COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux zoologiques de James Dana, par M. **Blanchard.**

« M. James Dana, habitant New-Haven, dans le Connecticut, était un savant considérable. James Dana fut élu Correspondant de l'Académie, le 7 juillet 1873, dans la Section d'Anatomie et de Zoologie, où il remplaçait le naturaliste génevois Pictet de la Rive.

» A cette époque, presque toujours organe de ma Section, j'avais fait le rapport sur les mérites de M. James Dana. Ses mérites sont de grande importance. On lui doit une série d'études sur les zoophytes, publiées dans la relation du voyage d'exploration des États-Unis; en particulier des observations sur la distribution géographique de ces animaux. Des recherches de notre savant portent sur la comparaison du mode de reproduction chez les végétaux et les rayonnés. Il a traité des générations spontanées et des

phénomènes de la parthénogénèse. Puis, ce sont des recherches en vue de la température dans les profondeurs de la mer coïncidant avec la distribution des animaux, d'autres sur les récifs et les îles de coraux.

» Dans l'œuvre de James Dana, tous les naturalistes apprécient une nombreuse suite d'études sur les différents groupes de la classe des Crustacés. Je me bornerai à ces indications générales, ne croyant pas utile d'entrer dans des détails trop spéciaux; mais, pour apprécier l'œuvre de James Dana, ce ne sera pas trop de deux représentants de sciences fort différentes. Mon ami, M. Daubrée, a voulu me laisser parler le premier, il va maintenant donner un aperçu des travaux de M. James Dana qui sont particulièrement de sa compétence. »

Notice sur les travaux minéralogiques et géologiques de M. James Dana; par M. **Daubrée.**

« Quelle qu'ait été la valeur des travaux de Dana dans le domaine de la Zoologie, c'est à deux autres branches de la Science que notre éminent correspondant s'est voué. Sans parler des nombreuses découvertes, dont il a enrichi la Minéralogie et la Géologie, il a contribué, comme bien peu d'hommes ont pu le faire, à propager ces Sciences dans tous les pays où elles sont cultivées.

» James Dwight Dana, né dans l'État de New-York à Utica, le 12 février 1813, enseignait, en 1833, les Mathématiques à l'École navale des États-Unis et, en 1836, il occupait une chaire de suppléant au *Yale College* de New-Haven, lorsqu'il fut appelé à prendre part à l'expédition scientifique autour du monde, commandée par le capitaine Wilkes, la première de ce genre qu'entreprenait le Gouvernement des États-Unis. Après une campagne de trois années, il publia des observations qui appelèrent immédiatement, sur le jeune savant, l'attention des géologues, non moins que celle des zoologistes. A part ses études relatives aux zoophytes et à leurs immenses constructions des mers tropicales, il apportait des faits géologiques nouveaux sur les contrées parcourues par l'expédition. On y trouve des données pleines d'intérêt sur le grand volcan des îles Sandwich, le Mauna Loa, et sur les singuliers phénomènes que présente, sur les flancs de cette montagne célèbre, l'immense fournaise en ébullition du Kilauea.

» Ces publications étaient des titres plus que suffisants pour valoir, en

1855, à leur auteur une place de professeur titulaire à l'université de New-Haven, position qu'il conserva jusqu'à la fin de sa vie, avec quelques changements dans le programme de son enseignement.

» Dana a exercé une très grande influence sur le développement de la Minéralogie par la publication de son *System of Mineralogy*, qui est resté l'Ouvrage le plus complet, parmi ceux qui embrassent la description de l'ensemble des espèces minérales. Depuis de longues années, ce Livre est entre les mains de toutes les personnes qui cultivent la Minéralogie, quelle que soit leur nationalité. La première édition parut en 1837, avant le départ de l'auteur, alors âgé de vingt-quatre ans, pour son voyage de circumnavigation. Depuis lors de nombreuses éditions se sont succédé, se modifiant d'une façon profonde, à mesure que l'emploi des nouvelles méthodes pour l'étude des caractères physiques et chimiques faisait progresser la Science minéralogique. C'est dans la quatrième édition que Dana adopta son système définitif de classification, aujourd'hui généralement employé par les minéralogistes. La distinction des véritables espèces, autour desquelles furent groupées avec précision leurs nombreuses variétés, fut, de la part de l'infatigable auteur, l'objet d'une étude spéciale, où il se préoccupa moins de mettre en lumière les différences séparant les espèces que d'en faire ressortir les analogies cristallographiques et chimiques; les groupements naturels ainsi reconnus sont souvent féconds en rapprochements inattendus.

» L'ancienne nomenclature minéralogique était fort complexe ; grâce aux efforts de Dana et à l'autorité qui s'attachait à son nom, elle a acquis une grande régularité.

» Tout en conservant à son Ouvrage le caractère d'un traité général, Dana a donné une part considérable aux descriptions des nombreux et riches gisements américains qu'il a beaucoup contribué à faire connaître, et dont il a toujours tenu les catalogues au courant des découvertes récentes.

» Cependant, contrairement à ce qu'on pouvait croire, l'étonnante activité de Dana n'était pas absorbée par les publications successives de cette œuvre, si riche en faits exactement observés et judicieusement coordonnés. Ce n'est pas sans quelque surprise qu'on vit, en 1863, le minéralogiste célèbre donner au public un Traité de Géologie qui devait aussi faire époque.

» Au milieu de tous les admirables travaux qui ont fait connaître la constitution géologique des États-Unis, au milieu des grands mouvements

d'idées que ces travaux ont suscités, l'œuvre de Dana occupe une place à part et son nom restera attaché aux lois qui résument la structure du continent américain.

» En dehors de ses belles études sur les îles volcaniques et coralliennes de l'océan Pacifique et sur les nappes trappéennes du Connecticut, il a restreint ses investigations personnelles aux chaînes qui s'étendent de New-York aux frontières du Canada; mais ses travaux sur les montagnes Vertes et les monts Taconiques suffiraient pour lui assigner un premier rang parmi les stratigraphes. Dans cette série de terrains très cristallins et presque toujours dépourvus de fossiles, il a su trouver des horizons constants et remettre chaque terrain à sa véritable place, détruire la légende d'un système sédimentaire spécial à ces montagnes et plus ancien que la faune primordiale et, enfin, éclairer d'un jour nouveau les problèmes du métamorphisme. Pour ce dernier sujet, il suffit de rappeler les observations dans lesquelles il a montré une sorte de passage des sédiments aux roches éruptives qui ont pris leur place et qui les ont complètement digérés.

» C'est surtout dans les questions de Géologie générale que Dana a laissé la trace de son puissant esprit. Ses premières idées sur la formation des chaînes de montagnes ont été émises en 1847, et, depuis lors, dans divers écrits, toujours substantiels et concis, on peut en suivre le développement méthodique, sans cesse appuyé de nouveaux faits. Dana a remarqué le premier qu'un affaissement progressif dans les bassins de sédimentation a préparé le surgissement des montagnes : c'est la théorie célèbre des géosynclinaux. Le premier, il a aussi montré que le grand triangle constitué par l'Amérique du Nord avait déjà son noyau fixé et sa forme dessinée dès la première période d'établissement des anciennes mers et, partant de cet exemple, il a contribué plus que tout autre à mettre en lumière la fixité des lignes de déformation. Ces idées, qui sont généralement adoptées, appartiennent à Dana. Dans son Manuel de Géologie, il a su grouper autour d'elles tous les faits de détail et l'histoire géologique des États-Unis. C'est un fait rare et bien propre à montrer la portée d'esprit de l'auteur qu'un traité de ce genre ait pu être à la fois une œuvre aussi personnelle et rester un livre classique d'enseignement.

» L'Amérique du Nord a ainsi acquis une importance spéciale, au point de vue de la Géologie générale; elle est devenue comme le continent-type, le seul, dit Dana, qui donne d'une manière à la fois complète et simple les principes fondamentaux de l'évolution de la terre ferme.

» Dans le vaste développement qu'ont pris la Minéralogie et la Géo-

logie, il est, aujourd'hui, peu d'hommes capables d'embrasser ces deux Sciences dans toute leur étendue et surtout de les pénétrer l'une et l'autre dans leur profondeur. C'est pourtant ce qu'a su faire Dana dans deux œuvres magistrales. Le même homme qui scrutait avec tant d'exactitude les formes cristallines et la nature chimique des espèces minérales ouvrait des vues neuves et lumineuses sur l'histoire générale de la formation du globe et sur la Mécanique de l'écorce terrestre.

» D'ailleurs Dana, on ne doit pas l'oublier, a encore contribué puissamment au progrès de nos connaissances par la direction qu'il a imprimée, durant une longue suite d'années, à la principale Revue américaine qui leur est consacrée.

» Jusqu'à son dernier jour, Dana est resté sur la brèche; son infatigable ardeur pour la Science se reflétait sur sa belle tête, animée d'un regard singulièrement expressif et pénétrant.

» En 1853, à l'heure où les géologues d'Écosse faisaient connaître les singuliers recouvrements qui compliquent la structure des Highlands, Dana, déjà septuagénaire, voulut étudier de nouveau les montagnes Vertes et employa pendant trois années ses vacances à des explorations que l'âge aurait rendues difficiles pour tout autre que lui.

» Trois ans plus tard, près d'un demi-siècle après avoir exposé les manifestations volcaniques grandioses des îles Sandwich, il éprouva le désir d'aller y compléter ses premières études. Oubliant son âge, toujours plein d'enthousiasme pour les grands problèmes, il ne recula pas, pour satisfaire sa noble curiosité, devant des trajets de plus de 20000^{km} tant sur le continent que sur mer, non plus que devant des ascensions sur les flancs du gigantesque Mauna Loa. Les Mémoires qu'il a publiés à son retour sont remarquables par la précision des détails et constituent une histoire complète du volcan.

» Enfin, une tâche d'une autre nature, mais non moins rude, n'effraya pas la verte vieillesse de Dana, lorsqu'il entreprit de remanier entièrement son Traité de Géologie tout en le mettant au courant des travaux les plus récents. La quatrième édition de cet Ouvrage classique a paru au mois de mars dernier, et la mort de l'auteur a suivi d'un mois seulement ce dernier tribut payé à la Science.

» Il est remarquable qu'une carrière si féconde n'ait pas été entravée par l'état d'une très délicate santé. Nous ne ferons d'ailleurs que rendre un juste hommage à une épouse dévouée, en ajoutant que ses soins intelligents n'ont pas peu contribué à prolonger cette précieuse existence.

» Dana a été enlevé subitement le 14 avril dernier, dans sa quatre-vingt-troisième année. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Carl Vogt*, Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Genève le 5 mai.

Notice sur les travaux de M. Carl Vogt; par M. **Émile Blanchard.**

« M. Carl Vogt, dont nous apprenons la perte, avait été élu Correspondant de l'Académie le 27 juin 1887; il remplaçait M. Brandt, de Saint-Pétersbourg. Carl Vogt, né à Giessen en 1817, était une personnalité puissante et vraiment originale. On lui doit divers travaux sur l'organisation des mollusques d'eau douce; une étude très appréciée sur le développement embryonnaire d'un mollusque de l'ordre des Prosobranches, l'*Acteon viridis*. En 1845, de concert avec Agassiz, il publia, dans les *Mémoires de l'Académie de Neufchâtel*, une importante étude sur l'anatomie des poissons de la famille des Salmonides. Carl Vogt avait particulièrement étudié les différentes phases du développement de ces poissons et c'est vraiment de cette époque que datent les premières études sérieuses sur l'embryologie des poissons.

» Un des titres de gloire de Carl Vogt consiste dans la part qu'il prit à l'étude de la formation et du mouvement des glaciers, sous la direction de Louis Agassiz.

» Dans les premiers jours du mois d'août 1845, Agassiz arriva à l'hospice de Grimsel, accompagné de Carl Vogt, Desor, Nicolet et deux étudiants de Neufchâtel. On avait emporté des instruments, car il s'agissait de déterminer la température des glaciers, d'étudier les formes de la neige, de s'assurer de la manière dont la neige grenue, c'est-à-dire le névé, passe à l'état de glace. On avait pour guides deux hommes d'une expérience éprouvée. Il fut résolu qu'on irait s'établir sur le glacier inférieur de l'Aar qui offre un intérêt spécial; la surface est encombrée de débris de rochers produisant l'effet d'un amas de ruines. A l'approche de la moraine, les investigateurs s'aperçoivent que le glacier a considérablement avancé depuis l'année précédente. Une cabane abandonnée par Hügi, l'un des premiers explorateurs, encore debout avant l'hiver dernier, a disparu.

» Après une reconnaissance suffisante, on fixa l'endroit de l'installation, près d'un gros bloc; les guides se mirent en devoir d'édifier une maisonnette assez spacieuse pour recevoir six personnes. De pierres sèches on éleva les murs, de grandes dalles remplirent l'office de plancher; d'une couche d'herbes recouverte d'une toile cirée et de couvertures, on composa les lits; ils furent jugés parfaits.

» A la vérité, l'ouverture donnant accès dans la demeure est bien étroite, mais enfin Carl Vogt peut entrer, et où passe Carl Vogt tout le monde passe. A défaut de porte, on mit un rideau. Pendant la nuit, avant de s'endormir, il fut décidé que l'habitation s'appellerait l'*hôtel des Neufchâtelois;* le nom fut gravé sur le roc en gros caractères, le temps l'a consacré.

» La réunion de ces jeunes savants dans la solitude, au milieu d'une nature grandiose et triste, n'offre-t-elle pas à l'imagination un curieux spectacle? Les bruits des plaisirs de ce monde et des affaires publiques ne montent pas jusqu'à la cabane du glacier de l'Aar : des aspirations et des joies inconnues de la plupart des mortels agitent les cœurs. Ces hommes qui, sans effort, sans regret, renoncent pour de longs jours au bien-être, rêvent de pénétrer les plus intimes secrets de la nature; ils discutent gravement de questions formidables et rient de mille incidents. Agassiz ne perd jamais sa bonne humeur, Desor s'abandonne volontiers à la plaisanterie. Carl Vogt, toujours pétillant d'esprit et capable à lui seul de mettre en gaîté une assemblée de trappistes, ne laisse à personne le droit de s'ennuyer.

» Parmi ces investigateurs que conduit la même pensée, le concert ne saurait être troublé; sur la mer de glace, sans autres témoins que les blocs de granit et les pics vêtus de neiges éternelles, il n'y a pas de rivalités; dans la mesure de ses aptitudes, chacun s'emploie avec ardeur pour l'œuvre commune. Agassiz est le chef incontesté, le maître reconnu. Apporter une pierre au monument qu'il édifie est l'unique souci de collaborateurs pleins de zèle.

» On se levait tôt à l'hôtel des Neufchâtelois : sur le coup de 4^h il fallait être debout. L'instant de la toilette semblait un peu dur, l'eau vraiment trop fraîche procurait un léger frisson, mais bien vite on ne songeait plus qu'à poursuivre les recherches. Agassiz entreprend de faire pratiquer des trous; rebelle à l'instrument de forage, la glace ne fut entamée qu'avec de grandes difficultés. Pendant que l'opération s'exécute, Carl Vogt examine la neige rouge dont la singulière teinte est due à la présence de my-

riades d'êtres microscopiques; il découvre plusieurs espèces d'infusoires et un joli rotifère semant la neige de ses œufs couleur de pourpre.

» Carl Vogt n'est jamais resté inactif; dans les dernières années, il publiait, avec un collaborateur (M. Jung), un Traité de Zoologie. Tout le monde estimera qu'une existence si bien remplie fait honneur à l'humanité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les terres de la cérite;* par M. P. Schützenberger.

« Dans une première Communication sur le cérium [1], j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur les différences présentées par les cristallisations successives et fractionnées du sulfate de cérium obtenu par la méthode Debray, au point de vue du poids d'oxyde (bioxyde CeO^2) qui reste comme résidu de la calcination au rouge vif de ces sulfates.

» Les premières cristallisations, les plus abondantes, purifiées par plusieurs recristallisations, en reprenant toujours les premiers dépôts, donnent un produit dont la composition est constante.

» Pour ce sulfate, que, pour la facilité du langage, nous désignerons par le nom de *sulfate de* Ce *n°* 1 ou *de* Ce_1, on obtient les résultats suivants, selon le mode d'analyse :

» 1° Calcination du sulfate au rouge cerise, en comptant le résidu comme bioxyde,

Poids atomique.................................... $Ce_1 = 139,5$

» 2° Calcination du sulfate au rouge blanc, en comptant le résidu comme bioxyde,

Poids atomique........................... $Ce_1 = 129,0$ à $138,8$

» 3° Dosage de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum, dosage fait avec les précautions indiquées dans la première Note,

Poids atomique.................. $Ce_1 = 139^{gr},5$

» 4° Synthèse du sulfate en prenant comme point de départ le bioxyde

---

(1) Voir *Comptes rendus*, même tome, p. 633.

jaune serin pur, très divisé, obtenu en brûlant l'oxalate à l'air à des températures variables :

Rouge sombre	$Ce_1 = 142$ à 143
Rouge cerise	$Ce_1 = 139,7$
Rouge blanc	$Ce_1 = 139$ à 138,8 [1]

» Si, au contraire, on s'adresse aux cristaux de sulfate retirés des dernières eaux mères, obtenus au moyen de précipitation par l'alcool, lavage à l'alcool, dessiccation et déshydratation, redissolution et recristallisation, les résultats sont nettement distincts et paraissent révéler la présence de terres étrangères.

» C'est pour élucider cette question que j'ai dû étudier à fond les diverses méthodes de détermination du poids atomique du cérium, basées sur l'analyse ou la synthèse du sulfate.

» Voici, comme exemple, l'analyse d'un sulfate des dernières eaux mères et que je désignerai sous le nom provisoire de *sulfate de cérium n°* 2 ou *de* Ce_2.

» Il ressemble en apparence entièrement au sulfate de cérium n° 1.

» On a préalablement réalisé toutes les opérations susceptibles d'écarter les bases yttriques, les alcalis, les terres alcalines, le didyme et le lanthane. Ce sulfate forme avec le sulfate de potasse un sel double entièrement insoluble dans une solution saturée de sulfate potassique; l'eau mère du sulfate double ne révèle pas trace d'oxydes terreux.

» 1° Analyse par dosage de l'acide sulfurique au moyen du chlorure de baryum

Poids atomique déduit .... $Ce_2 = 138,75$

» 2° Eau de cristallisation du sulfate déposé à 75° sous forme de prismes incolores, isomorphes avec le sulfate de cérium n° 1

Pour 100 13,66

» 3° Analyse du sulfate anhydre (séché à 440° dans un bain de vapeur de soufre) par calcination au rouge vif presque blanc

a.	Sulfate anhydre employé	2,120
	Oxyde obtenu, de couleur rouge rosé très marquée	1,272

---

(1) Ces différences ne peuvent être attribuées qu'à des variations dans la composition de l'oxyde dues à l'action de la chaleur. Il renfermerait tantôt plus, tantôt moins d'oxygène que ne l'exige la formule limite CeO^2.

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde

$$Ce_2 = 136,0$$

b.	Sulfate anhydre employé	1,8593
	Oxyde rougeâtre obtenu	1,1180

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde

$$Ce_2 = 135,7.$$

» 4° Synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde très divisé, de couleur jaune rosé, obtenu en brûlant l'oxalate à l'air, au rouge sombre :

Oxyde employé	1,1756
Sulfate anhydre obtenu	1,9262
Oxyde non attaqué à déduire	0,0055

» Poids atomique calculé en comptant l'oxyde comme étant du bioxyde :

$$Ce_2 = 142,5.$$

» La comparaison de ces résultats avec ceux que donne le sulfate de cérium n° 1 montre :

» 1° Que le poids atomique de Ce_1 déduit du dosage de l'acide sulfurique est supérieur d'environ une unité à celui de Ce_2 obtenu de la même façon

$$Ce_1 = 139,45,$$
$$Ce_2 = 138,75;$$

» 2° Que les poids atomiques de Ce_1 et de Ce_2 déterminés par synthèse des sulfates au moyen des oxydes obtenus en brûlant au rouge sombre les oxalates, au contact de l'air, diffèrent très peu.

$$Ce_1 = 143,3,$$
$$Ce_2 = 142,5,$$

et sont tous deux plus élevés que ceux des poids atomiques obtenus en dosant SO^4.

» 3° Que les poids atomiques déduits de la calcination au rouge vif, presque blanc, des sulfates, en comptant les résidus comme bioxydes, sont très distincts :

$$Ce_1 = 139,$$
$$Ce_1 = 136 \text{ à } 135,7.$$

» Pour le cérium n° 1, cette dernière méthode donne un résultat très voisin de l'analyse type fondée sur le dosage de SO^4 par Cl^2Ba. Le bioxyde

de Ce_1 n'éprouve donc, au rouge blanc, qu'une très faible perte en oxygène.

» Au contraire, pour Ce_2 l'écart est considérable; car on a

138,75 d'un côté,
135,7 de l'autre.

» D'après cela, le bioxyde de Ce_2, dont l'existence est établie par les résultats fournis par la synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde de l'oxalate, éprouve évidemment par le fait de la calcination au rouge vif, presque blanc, une perte sensible d'oxygène, et se trouve partiellement ramené à l'état de sesquioxyde.

» 4° Le résidu de la calcination des deux sulfates au rouge blanc offrent des couleurs très différentes; pour Ce_1, il est presque blanc; pour Ce_2, il est brun rose clair.

» 5° Le sulfates de Ce_1 et de Ce_2 sont isomorphes et renferment la même quantité d'eau de cristallisation, 5 molécules pour les cristaux déposés à 75°, quelquefois 6 molécules.

» Il est infiniment probable que le sulfate de Ce_2 analysé plus haut n'était qu'un mélange de sulfate de cérium ordinaire n° 1 avec un autre sulfate.

» L'oxyde résidu de la calcination à blanc du sulfate de Ce_2 aurait pour formule $(Ce^2O^4)^2Ce^2O^3$, en prenant pour Ce la valeur 138,75 déduite du dosage de l'acide sulfurique.

» Les faits suivants corroborent cette manière de voir.

» Jusqu'ici nous n'avions opéré que sur les cristaux déposés à chaud (75°) pendant l'évaporation des sulfates bruts obtenus par le traitement classique de la cérite (voir la première Note).

» La quantité de produit obtenue par cette voie est très faible et ne permet pas d'aller plus loin dans les fractionnements.

» Le traitement des dernières eaux mères de ces cristallisations m'a permis d'arriver à un produit analogue que nous désignerons par Ce_3.

» L'analyse du sulfate longuement purifié a donné les résultats suivants :

» 1° Par la synthèse du sulfate au moyen de l'oxyde fourni par la combustion au rouge sombre de l'oxalate, oxyde compté comme bioxyde :

$$Ce_3 = 142,4;$$

» 2° Par le dosage de l'acide sulfurique, au moyen de $BaCl^2$:

$$Ce_3 = 137,1;$$

» 3° Par la calcination au rouge vif presque blanc du sulfate,

$$Ce_3 = 128 \text{ à } 130.$$

» Ces derniers résultats conduisent à attribuer à cet oxyde résidu qui est rouge-brun la formule

$$(Ce_3^2 O^4).(Ce_5^2 O^3) \quad \text{ou} \quad C_3^4 O^7.$$

Cet oxyde calciné est très difficilement attaquable par l'acide sulfurique concentré. Pour le convertir en sulfate, il faut reprendre plusieurs fois les résidus après dissolution dans l'eau des sulfates formés.

» Jusqu'ici il m'a été impossible de partager par cristallisations fractionnées le sulfate de Ce_3 en des produits de composition distincte. Il se peut donc que l'on soit ici en présence d'un produit défini.

» Il est, cependant, aussi possible que le sulfate de Ce_3 représente un sulfate double de Ce_1 donnant par calcination $Ce_1^2 O^4$ et d'un autre sulfate de Ce_4 donnant par calcination $Ce_4^2 O^3$. Dans cette hypothèse, on peut calculer approximativement le poids atomique de Ce_4. Il serait égal à 134;

$$\frac{134 + 140}{2} = 137.$$

Quoi qu'il en soit, ces expériences établissent dès à présent que l'oxyde de cérium est, dans la cérite, accompagné de petites quantités d'une autre terre à poids atomique plus faible, 137 ou 134, susceptible, comme l'oxyde de cérium ($Ce^2 O^3$) de se convertir par oxydation en un bioxyde, dont le sulfate isomorphe avec celui de cérium forme, comme ce dernier, des sulfates doubles insolubles avec les sulfates alcalins, et dont le bioxyde calciné présente une couleur brun-rougeâtre, même sans l'intervention du didyme. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur l'argon.* Note de M. **Henri Moissan.**

« La belle découverte de l'argon par Lord Rayleigh et M. Ramsay vient de nous démontrer que les corps gazeux comme les corps solides que nous rencontrons dans la nature peuvent renfermer en très petites quantités des éléments ignorés jusqu'ici. Ce gaz argon présente de plus un caractère tout spécial, car son activité chimique est à peu près nulle. Ce sont ses

propriétés physiques qui en ont permis la recherche, la préparation et l'étude.

» M. Ramsay ayant eu la complaisance de me confier 100^{cc} de cet argon, pour essayer de le combiner au fluor, j'ai pu faire sur ce nouveau gaz quelques essais que je rapporterai brièvement.

» Depuis plusieurs années, j'ai eu l'occasion d'étudier plusieurs corps simples qui, dans des conditions de température déterminées, se combinent à l'azote avec une grande énergie. Tels sont, en particulier, le bore et le titane.

» J'ai chauffé du titane, aussi pur que possible, dans une atmosphère d'argon à la température de ramollissement du verre ordinaire, et, après trente minutes de chauffe, il n'y a pas eu diminution de volume, par conséquent pas de combinaison vraisemblable. Le titane n'avait pas changé d'aspect.

» Le bore pur, préparé par le magnésium, chauffé dans une cloche courbe de verre de Bohême, ne s'est pas davantage combiné à l'argon; tandis que, dans les mêmes conditions, il s'unit à l'azote pour donner de l'azoture de bore solide.

» Cet argon, chauffé en présence de lithium (1), ne diminue pas de volume, et l'on sait que, dans ces conditions, l'azote fournit rapidement un azoture solide de lithium, ainsi que M. Ouvrard l'a démontré (2).

» La curieuse décomposition de la clévéite par l'acide sulfurique m'a amené à rechercher si l'uranium n'aurait pas d'action sur l'argon. Un volume d'argon, mesuré sur la cuve à mercure, a été chauffé dans une petite cloche courbe en verre ordinaire, en présence de plusieurs fragments d'uranium. Après vingt minutes de chauffe, le volume gazeux n'a pas été modifié. Cet uranium avait été préparé au four électrique et renfermait 3,5 pour 100 de carbone.

» Pour étudier l'action du fluor sur ce nouveau corps simple, je me suis servi de l'appareil suivant :

» Un cylindre de platine de 10^{cm} de longueur et de 2^{cm} de diamètre est fermé par deux montures métalliques portant des disques de fluorine transparente à faces parallèles. Latéralement deux petits tubes de platine peuvent amener l'un du fluor, l'autre de l'argon. Ces deux tubes de platine

---

(1) Je dois ce lithium métallique à l'obligeance de M. Guntz. Ce métal a été préparé par le procédé d'électrolyse indiqué par ce savant.

(2) OUVRARD, *Sur un azoture de lithium* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 120).

se trouvent en face l'un de l'autre. Un troisième tube, placé à l'extrémité du cylindre, laisse écouler le mélange gazeux. De petits robinets métalliques permettent de fermer l'appareil sans cependant pouvoir y exercer une pression un peu forte. Enfin, une tige métallique, isolée par la lame transparente de fluorine qu'elle traverse, permet de faire jaillir à l'intérieur l'étincelle d'une bobine d'induction.

» Les montures métalliques qui contiennent les disques de fluorine transparente, ainsi que les extrémités des tubes, sont serrées au moyen d'écrous qui écrasent une petite couronne de plomb placée sur le rebord des deux tubes à réunir.

» Le cylindre de platine, séché avec soin, a été placé à la suite de l'appareil (1) qui m'a servi à préparer le fluor pur et qui a été décrit aux *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIII.

» On a balayé tout l'air qu'il renfermait en y faisant passer trois ou quatre litres de fluor. Le gaz qui se dégageait ne produisait pas de fumée à l'air et donnait avec le silicium une vive incandescence. On a arrêté le courant de gaz fluor et l'on a fait arriver, par l'autre petit tube de platine, le gaz argon déplacé lentement par du mercure dans une petite cloche à robinet. Lorsque le courant très lent de gaz argon est arrivé dans l'atmosphère de fluor, aucun phénomène visible ne s'est produit. En tenant le tube dans les doigts, on n'a ressenti aucun changement de température.

» Dans ce mélange d'argon et de fluor on a fait jaillir l'étincelle électrique qui n'a produit aucune réaction sensible.

» L'expérience a été recommencée deux fois, de façon à faire varier la proportion d'argon, et les résultats ont été aussi négatifs.

» La difficulté de manier le fluor ne nous a pas permis de reconnaître si, par l'action d'une série d'étincelles, il y aurait eu à la longue un changement de volume.

» La conclusion que nous pouvons tirer de ces expériences est la suivante : à la température ordinaire ou sous l'action d'une étincelle d'induction, un mélange de fluor et d'argon n'entre pas en combinaison. »

---

(1) L'appareil producteur de fluor était muni d'un petit réfrigérant et de deux tubes à fluorure de sodium pour retenir les vapeurs d'acide fluorhydrique.

ÉCONOMIE RURALE. — *Application systématique de la pomme de terre à l'alimentation du betail;* par M. **Aimé Girard**.

« Les conclusions pratiques auxquelles ont abouti, en 1894, mes recherches sur l'emploi systématique de la pomme de terre à l'alimentation des animaux de boucherie ont vivement frappé le monde agricole. Dans l'application, ancienne déjà, mais confuse jusqu'ici, dont j'ai cherché à préciser les conditions et les mérites, beaucoup ont dès lors reconnu le débouché indispensable que réclame aujourd'hui la culture intensive de la pomme de terre et qui, seul, peut assurer son avenir.

» L'importance des résultats acquis en cette circonstance m'a engagé à entreprendre, pendant l'hiver de 1894-1895 des recherches nouvelles sur le même sujet et à renouveler la démonstration que les premières avaient apportée.

» C'est, comme en 1893-1894, sur des bœufs et des moutons que ces recherches ont porté, et c'est à la ferme de la Faisanderie annexée à l'Institut agronomique qu'elles ont eu lieu.

» Suivant le désir exprimé par M. Viger, alors Ministre de l'Agriculture, et pour rendre la démonstration plus générale, les bœufs mis en expérience ont été choisis dans trois races différentes. Ces bœufs, que mes ressources ne m'auraient pas permis d'acquérir, ont été mis à ma disposition, avec une libéralité dont je ne saurais trop le remercier, par M. E. Tainturier, marchand boucher en gros à Paris, qui, non seulement a refusé toute rémunération à ce propos, mais encore a voulu que les bénéfices réalisés fussent tout entiers consacrés aux frais de l'expérience.

» La bande comprenait neuf animaux; trois de race Charolaise, trois de race Durham-Mancelle et trois de race Limousine.

» Quant aux moutons, de race Solognote, qu'au nombre de trente j'ai, cette année, nourris à la pomme de terre, je les ai choisis simplement dans le troupeau de la ferme de la Faisanderie.

» C'est à un système d'alimentation identique qu'ont été soumis tous les bœufs et les deux tiers des moutons (vingt animaux); ce système repose sur l'emploi d'une ration soigneusement déterminée de pommes de terre cuites et de foin : quant aux dix moutons du dernier tiers, mis en comparaison avec les premiers, c'est à la pomme de terre crue qu'ils ont été nourris.

» Instruit par les résultats de 1893-1894, je n'avais pas à hésiter cette année sur la composition de la ration destinée aux uns et aux autres. Sans insister ici sur les considérations qui ont déterminé cette composition, considérations qui sont exposées en détail dans le Mémoire développé qui paraîtra prochainement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture,* je me contenterai de dire que cette ration était composée de la manière suivante, par tête et par jour :

	Bœufs.		Moutons.	
	kg		kg	
Pommes de terre.....	25	mélangés	2,500	mélangés
Foin haché..........	3	mélangés	0,300	mélangés
Sel.................	0,030	mélangés	0,003	mélangés
Foin en bottes......	6		0,600	

» Dans la ration des neuf bœufs, c'est toujours après avoir été cuite à la vapeur, au moyen de l'appareil Egrot, que la pomme de terre est intervenue.

» Les moutons étaient répartis en trois lots (n°s 1, 2 et 3); les n°s 1 et 2 recevaient, comme les bœufs, la pomme de terre cuite à la vapeur; quant aux moutons du lot n° 3, c'est à l'état crû et après avoir été divisée au coupe-racines que la pomme de terre leur était délivrée.

» Cuite ou crue, d'ailleurs, et pour faciliter la rumination, la pomme de terre était, avant sa mise en consommation, additionnée du tiers du foin destiné aux animaux.

» Dans un large cuvier, 275^{kg} de pommes de terre cuites, par exemple (c'était la ration d'un jour), 29^{kg} de foin divisé au hache-paille et 0^{kg},290 de sel étaient étendus par lits successifs, puis le tout mélangé à la pelle et le mélange chaud enfin abandonné au repos jusqu'au lendemain.

» Une légère fermentation se produit dans ces circonstances, le mélange acquiert une odeur agréable et les animaux s'en montrent particulièrement friands.

» C'est en trois repas que la ration journalière était répartie; à la suite de chacun d'eux et pour le compléter, chaque animal recevait, sous forme de bottes déliées, les deux tiers du foin afférent à sa ration.

» Quant aux moutons nourris à la pomme de terre crue, c'est dans les mêmes conditions, en mélangeant aux pommes de terre débitées en cossettes le tiers du foin de la ration, préalablement haché, que leur alimentation a été conduite.

» C'est au commencement du mois de novembre 1894 que la mise en route a eu lieu; c'est le 16 janvier 1895 pour les bœufs, le 5 février pour

les moutons, que l'expérience a pris fin ; pour les premiers, et à trois exceptions près, elle a duré soixante et onze jours ; pour les seconds, elle a duré quatre-vingt-dix jours.

» Pour apprécier la valeur pratique d'un système alimentaire appliqué à la préparation des animaux de boucherie, trois données sont à considérer : l'augmentation du poids vif, le rendement en viande nette, la qualité de la viande. J'exposerai rapidement les résultats que l'abatage des bœufs et des moutons a permis de constater à ces trois points de vue.

» *Augmentation du poids vif.* — Les bœufs qui m'avaient été confiés par M. E. Tainturier étaient en très bel état; même leur degré d'engraissement était généralement trop avancé pour qu'on pût espérer une augmentation du poids vif considérable. Celle-ci cependant, grâce à l'alimentation à la pomme de terre cuite et au foin, a été plus importante qu'on aurait pu l'espérer d'une ration aussi simple que celle qu'ils ont reçue. Voici, en effet, à quels chiffres cette augmentation s'est élevée :

	Nos.	Duree de l'alimentation.	Poids initial.	Poids final.	Augmentation du poids vif totale.	Augmentation du poids vif par jour.
		jours	kg	kg	kg	kg
Charolais	1	63	930	1061	131	2,079
	2	71	970	1075	105	1,464
	3	85	1024	1110	86	1,010
Durham-Manceaux	4	71	765	840	75	1,056
	5	71	837	933	96	1,352
	6	71	832	919	87	1,225
Limousins	7	71	878	1010	132	1,858
	8	50	745	833	88	1,760
	9	71	825	902	77	1,084
		624	7806	8623	877	1,405

» Pour évaluer d'une manière équitable l'augmentation du poids vif réalisée par l'alimentation à la pomme de terre et au foin, il convient, pour diverses raisons que j'expose dans mon Mémoire, d'éliminer de ce Tableau les animaux numérotés 3, 4 et 9. On voit alors l'augmentation du poids vif représenter, chez les six autres animaux : pour les Charolais, 14 et 10,8 pour 100 du poids initial, pour les Durham-Manceaux, 11,4 et 10,4 pour 100 de ce poids, pour les Limousins enfin 15 et 11,5 pour 100.

» Ce sont là des augmentations considérables qui rarement sont réalisées en une période d'engraissement aussi courte et qui, dans l'ensemble, sont supérieures à celles que j'avais constatées l'année dernière.

» Pour les moutons, l'augmentation de poids vif a dépassé tout ce que l'on pouvait espérer; en quatre-vingt-dix jours, du 7 novembre 1894 au 5 février 1895, elle a atteint les chiffres ci-dessous pour les trois lots composés chacun de dix animaux âgés les uns (lot n° 1) de 3 ans, les autres (lot n° 2) de 4 ans, les derniers (lot n° 3) de 3 et 4 ans et nourris à la pomme de terre :

		Poids initial.	Poids final.	Augmentation du lot.	Augmentation par tête.
		kg	kg	kg	kg
cuite.	Lot n° 1	357	521	164	16,400
cuite.	Lot n° 2	359	515	156	15,600
crue.	Lot n° 3	376	517	141	14,100

» Ce qui correspond, en centièmes du poids initial, à une augmentation de 45,9 pour 100 pour le premier lot, de 43,4 pour 100 pour les seconds, de 39,3 pour le troisième.

» Pour les deux premiers lots, par conséquent, l'augmentation du poids vif a été proche de la moitié du poids initial, résultat considérable et qui témoigne de la haute valeur du système d'alimentation dont je m'attache en ce moment à établir les mérites.

» Des chiffres qui précèdent résulte, en outre, une constatation nouvelle de l'infériorité de l'emploi de la pomme de terre crue comparé à l'emploi de la pomme de terre cuite.

» *Rendement en viande nette.* — C'est à des rendements tout à fait supérieurs aussi bien pour les bœufs que pour les moutons qu'ont abouti les expériences dont, en ce moment, je présente le résumé.

» En général, pour les bœufs d'écurie, le rendement en viande nette dépasse rarement 53 à 56 pour 100; ce dernier chiffre est un maximum.

» Bien plus important a été, en 1894-1895, le rendement des bœufs nourris à la pomme de terre et au foin; c'est aux chiffres suivants, en effet, que ce rendement s'est élevé.

Charolais.		Durham-Manceaux.		Limousins.	
N° 1	59,85	N° 4	60,24	N° 7	61,68
N° 2	60,74	N° 5	60,21	N° 8	62,17
N° 3	59,19	N° 6	60,93	N° 9	61,76
Moyennes.	59,92		60,46		61,94

» Ces chiffres doivent être regardés comme particulièrement remarquables, ceux qu'ont donnés les Limousins, comme exceptionnels.

» Les rendements en viande nette, fournis par les moutons, sont peut-

être plus beaux encore, surtout si l'on considère que, pris dans le troupeau, nourris de betteraves et de foin, ceux-ci ne rendent généralement pas plus de 41 pour 100. Voici, en effet, quel pourcentage les rendements ont atteint en moyenne :

Lot n° 1.................	52,87 pour 100
» n° 2.................	55,12 »
» n° 3.................	52,90 »

» Aucun système d'amélioration ne saurait donner, en quatre-vingt-dix jours, de meilleurs résultats; ceux qu'a fourni notamment le lot n° 2 (moutons de quatre ans nourris à la pomme de terre cuite) doivent être considérés comme des maxima.

» *Qualité de la viande.* — C'est sous le rapport de la qualité de la viande plus encore peut-être que sous le rapport de l'augmentation du poids vif et du rendement en viande nette que s'affirme la supériorité de l'alimentation à la pomme de terre cuite et au foin.

» Toutes les personnes qui ont été mises en situation de déguster la viande des bœufs qui ont figuré au Concours général agricole ont été unanimes sur ce point : cette viande a accusé des qualités rares; fine et succulente entre toutes, elle s'est montrée capable de rivaliser avec la viande des meilleurs animaux engraissés au pré.

» Dans le Mémoire détaillé, qui paraîtra prochainement au *Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, figurent les déclarations des six bouchers de Paris qui ont acheté et débité à leur clientèle ces bœufs abattus; tous déclarent qu'il est impossible de rencontrer des viandes plus belles, plus appétissantes, mieux persillées et moins chargées de graisse.

» La viande des moutons nourris à la pomme de terre cuite a été trouvée, s'il est possible, supérieure encore. Il en est autrement de la viande des moutons nourris à la pomme de terre crue; les qualités de celle-ci ne dépassent pas les qualités de la viande ordinaire.

» A chacun des trois points de vue qu'il convient d'envisager pour établir la valeur d'un système alimentaire, le système qui repose sur l'emploi de la pomme de terre cuite accuse donc une supériorité incontestable par rapport à ceux dont les résidus industriels, les pulpes, la betterave elle-même forment la base.

» Il ne reste plus alors qu'à établir le prix de revient des produits obtenus par ce système. Je ne saurais ici aborder le détail des comptes, en dépenses et en recettes, relatifs à chaque bœuf ou à chaque lot de moutons.

Ces comptes sont exposés dans mon Mémoire et je me contenterai d'indiquer, comme conclusion générale, le chiffre des bénéfices en argent auxquels aboutissent les uns et les autres.

» Ces bénéfices nets, toutes dépenses payées, ont été, par tête, pour les

Charolais de	130^fr	en moyenne
Durham-Manceaux de	135	»
Limousins de	226	»

» Ce sont là de gros bénéfices, étant donnée la courte période qui les a fournis; ceux qu'ont réalisés les Limousins indiquent évidemment chez ces animaux, une aptitude spéciale à l'assimilation des principes nutritifs que la pomme de terre leur présente.

» Quant aux moutons, les bénéfices ont été, par tête, pour le

Premier lot de	11^fr,34	en moyenne
Deuxième lot de	11,13	»
Troisième lot de	5,50	»

» Ce dernier chiffre vient, par sa faiblesse, confirmer l'infériorité, déjà constatée l'année dernière, de l'alimentation à la pomme de terre crue par rapport à l'alimentation à la pomme de terre cuite.

» Tels sont, en résumé, les résultats remarquables auxquels a abouti, en 1894-1895, la deuxième application systématique de la pomme de terre cuite à la préparation des animaux de boucherie.

» La pomme de terre riche et à grand rendement, disais-je l'année dernière, doit être dorénavant considérée comme un fourrage de premier ordre.

» Il serait difficile de trouver, de cette vérité, une démonstration plus frappante que celle apportée par mes recherches de cette année.

» C'est une richesse nouvelle qu'offrent à l'agriculture française les bénéfices établis par ces recherches; c'est, pour les contrées fertiles où l'élevage et l'engraissement sont déjà en honneur, le moyen d'augmenter le nombre des animaux qu'on y prépare pour la boucherie; c'est, pour les contrées pauvres où les fourrages herbacés sont d'une culture difficile, où les pommes de terre prospèrent au contraire, le moyen d'entrer en lice et de concourir, avec un grand profit, à l'augmentation de la production de la viande dans notre pays. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de 1895.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — Commission permanente, composée des Membres de la Section de Chimie : MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Gautier, Moissan, Grimaux.

Prix La Caze (*Chimie*). — MM. Berthelot, Schlœsing, Hautefeuille seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie.

Prix Delesse. — MM. Daubrée, Fouqué, Des Cloizeaux, Gaudry, Hautefeuille réunissent la majorité des suffrages.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix de La Fons-Mélicocq. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Trécul, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Chatin, Guignard réunissent la majorité des suffrages.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Perrier, Grandidier réunissent la majorité des suffrages.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Verneuil, Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Larrey, Sappey, Chauveau, Brouardel réunissent la majorité des suffrages.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Verneuil, Guyon, Potain, d'Arsonval réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Rapport sur la Table des nombres triangulaires de* M. Arnaudeau.

(Commissaires : MM. Darboux, Tisserand, Bouquet de la Grye, rapporteur.)

« M. Arnaudeau a présenté à l'Académie des Sciences un Mémoire devant servir d'introduction à une Table des nombres triangulaires qu'il a calculée jusqu'à 100 000. On sait qu'on nomme *triangulaire d'un nombre* la somme de tous ceux qui lui sont inférieurs ajoutée à ce même nombre.

» M. Arnaudeau montre tout d'abord, en s'appuyant sur les principes élémentaires de la Géométrie et de l'Algèbre, qu'une Table des triangulaires peut servir à faire rapidement des opérations numériques et celle qu'il propose donne des produits de dix chiffres. Ces grands nombres sont nécessaires pour les calculs des Compagnies d'assurances et les actuaires qui ne peuvent acheter des machines à calculer [1] sont obligés de se servir des Tables peu usuelles de logarithmes à dix figures ou de celles des quarts de carrés.

» M. Arnaudeau préconise les deux formules suivantes pour faire la multiplication de deux chiffres a et b :

$$ab = S_a + S_{b-1} - S_{a-b} \quad \text{et} \quad ab = S_{a-1} + S_b - S_{a-b-1};$$

(S_a représentant le triangulaire de a). Chacune de ces formules exige trois entrées dans la Table et trois additions ou soustractions.

» Une autre formule $ab = S_{a+\frac{b-1}{2}} - S_{a-\frac{b-1}{2}}$ ne demanderait que deux entrées, mais elle n'est pas générale puisque b doit être impair ; d'ailleurs, elle ne donnerait pas des produits aussi élevés que les premières, où a et b peuvent monter jusqu'à 100 000.

» Si l'on se sert de la Table de logarithmes à dix figures de Véga, Table d'un format peu commode, on a deux opérations de plus qu'avec les triangulaires et encore le dernier chiffre doit être vérifié directement.

---

[1] L'arithmomètre Bollée donne des produits de vingt figures.

» La relation $ab = \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2$ sert à entrer dans la Table des carrés; elle exige deux entrées et trois opérations, c'est-à-dire une de moins que les triangulaires; mais on entre avec la somme $a + b$, c'est-à-dire que pour avoir dix figures, il faut que la Table aille jusqu'à 200 000.

» En résumé, l'avantage apparent en premier lieu de la Table des nombres triangulaires est qu'elle est moitié moins volumineuse que celle des carrés.

» Elle se prête d'ailleurs à des calculs usuels, notamment en ce qui concerne les terrassements. Les volumes des remblais qui se présentent avec la pente d'un pour un sont donnés en effet immédiatement et les résultats sont assez vite obtenus avec d'autres pentes.

» Pour ces diverses considérations, nous pensons que la Table de M. Arnaudeau peut être utile.

» Nous terminerons en faisant remarquer qu'un récent Mémoire de M. Glaisher a indiqué les diverses propriétés des nombres triangulaires développées dans le travail de M. Arnaudeau. Il y a là une simple coïncidence, qui se présente fréquemment, lorsque l'attention des savants est portée sur une même difficulté à surmonter. En réalité, le travail de M. Arnaudeau était presque achevé lors de l'apparition du Mémoire de M. Glaisher. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Un Ouvrage de M. Conning sur l'ostréiculture est renvoyé à l'examen de MM. de Lacaze-Duthiers et Milne-Edwards.

La Note communiquée à l'Académie par M. **J. Rué** dans la séance du 1er avril dernier « sur les courbes des chemins de fer » est renvoyée à l'examen de MM. Resal et Maurice Lévy.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Bulletin de la Société d'Études des Sciences naturelles de Nîmes. 22e année, 1894. (Présenté par M. Darboux.)

2° Des Notes zoologiques par M. *Galien Mingaud*. (Présenté par M. Darboux.)

3° Années 1891 à 1894 de la *Bibliotheca mathematica*, journal d'Histoire des Mathématiques, publié par M. *Gustaf Eneström*. (Présentées par M. de Jonquières.)

4° Dix Notices annuelles de M. le professeur *A. Favaro*, qui peuvent être regardées comme un appendice aux dix années correspondantes de la *Bibliotheca*. (Présenté par M. de Jonquières.)

5° Une Note de M. *G. Eneström* sur la part de Jean Bernoulli dans la publication de l'« Analyse des infiniment petits » de L'Hôpital. Cette Note est une justification du géomètre français, appuyée sur des documents (non utilisés jusqu'à présent) extraits de la Correspondance de Bernoulli avec L'Hôpital et avec Varignon. Cette dernière Correspondance, qui n'a pas encore été publiée, contient beaucoup de documents intéressants sur l'Histoire des Mathématiques en France au commencement du XVIIIe siècle. (Présenté par M. de Jonquières.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'orbite de la comète de* 1771. Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Tisserand.

« On sait qu'il existe un certain nombre de comètes dont les orbites passent pour hyperboliques, leurs excentricités ayant été trouvées légèrement supérieures à l'unité. La plus hyperbolique était la comète de 1771; je me propose de démontrer, au moyen d'observations inédites, que cette comète est, au contraire, elliptique [1]. La question est intéressante en elle-même et aussi au point de vue de l'origine des comètes.

» Cette comète fut découverte à Paris, le 1er avril 1771, par Messier, qui l'observa jusqu'au 19 juin suivant; toutefois son observation du 19 juin paraît erronée, et, de ce fait, sa série s'arrêterait au 9 juin. Après cette dernière date, elle ne fut observée que par Saint-Jacques de Silvabelle, directeur de l'observatoire de Marseille; il l'aperçut jusqu'au 20 juillet suivant,

---

[1] La forme *actuellement* hyperbolique d'une orbite cométaire peut être due à des perturbations planétaires qui, antérieurement au passage observé au périhélie, ont transformé l'ellipse en hyperbole; c'est ce qui est arrivé pour la comète Barnard (1886 II), ainsi que M. Thraen vient de le montrer. La comète 1825 I paraît présenter un cas analogue. Ainsi le nombre des orbites réellement hyperboliques tend à diminuer de plus en plus, sinon à disparaître complètement.

mais ses observations ne furent publiées que très incomplètement, et les plus précises demeurèrent inédites. Burckhardt, qui en eut communication, utilisa en 1804 la dernière observation différentielle faite à Marseille le 17 juillet, et fut ainsi amené à *diminuer* de 47″ l'ascension droite publiée par Saint-Jacques.

» Au moyen de cette observation ainsi modifiée et de cinq autres de Messier, il calcula une orbite et trouva une excentricité notablement supérieure à l'unité (1,00944). Cette comète est, dit-il ([1]), la première « dont » on puisse, avec quelque certitude, dire que l'orbite a été hyperbolique; » toutes les circonstances se réunissent pour qu'on puisse y avoir quelque » confiance, car... »

» En 1821 Encke reprit, avec les mêmes six observations, le calcul de cette orbite et trouva pour l'excentricité 1,00937. Mais il avait été obligé d'adopter, pour le 17 juillet, la position de Burckhardt, parce qu'il ne put retrouver les observations de Saint-Jacques, qui passèrent alors pour être perdues.

» Avant de conclure définitivement il restait à faire concourir l'ensemble de toutes les observations à la détermination de l'orbite : c'est ce que fit M. Beebe en 1880; il trouva $e = 1,00966$.

» Toutefois, son travail, qui prêtait à la critique, fut repris aussitôt et avec plus de soin, par M. H. Kreutz qui dut laisser de côté, à cause de leurs discordances, les observations publiées de Saint-Jacques; pour celles qui étaient demeurées inédites, il en chercha vainement l'original à Marseille, à Paris et dans des papiers provenant de Burckhardt (Copenhague).

» D'après le calcul de M. Kreutz, basé sur les observations faites jusqu'au 9 juin, les ascensions droites indiquent une orbite sensiblement parabolique, tandis que les déclinaisons seraient mieux satisfaites par une hyperbole; et l'excentricité qui représente le mieux l'ensemble des observations serait voisine de 1,001. Si la correction de −47″ appliquée par Burckhardt était réelle, l'orbite serait décidément hyperbolique; mais M. Kreutz considère cette correction comme douteuse et même émet l'hypothèse que Burckhardt a pu se tromper de signe.

» Pour décider la question, il était donc indispensable de retrouver les observations originales de Saint-Jacques : elles étaient à l'Observatoire de Paris, où je viens de les rencontrer.

([1]) *Mémoires présentés à l'Institut par divers Savants* (*Sciences math. et physiques*, t. I, p. 402).

» De l'examen du manuscrit de Saint-Jacques il résulte que Burckhardt a dû commettre une erreur de 10 secondes de temps dans la réduction de l'observation du 17 juillet. Comme ce manuscrit est assez difficile à déchiffrer, je me bornerai, en ce moment, à montrer que cette observation, correctement réduite, conduit à une excentricité voisine de 0,998.

» D'après une configuration qui n'est accompagnée d'aucune explication, la comète passait, le 17 juillet 1771, 48 secondes de temps vrai après une étoile qui ne peut être que 21679 Lalande ([1]); et, par suite, l'ascension droite de la comète, rapportée à l'équinoxe vrai du jour, était 167°39′42″, tandis que Burckhardt donne 167°37′13″.

» Admettons que l'ascension droite corrigée se rapporte à l'heure imprimée de Saint-Jacques et adoptée par Burckhardt; alors, d'après les relations obtenues par M. Kreutz entre les variations des éléments et les écarts des lieux normaux en fonction de *de*, on trouve

	Observation — Calcul.	
e.	Écart de la position donnée par Burckhardt.	Écart de la position rectifiée.
1,002	— 1′.22″,9	+ 1′. 6″
1,000	— 1.59,8	+ 0.29
0,998	— 2.36,7	— 0. 8

L'excentricité serait donc voisine de 0,998.

» En admettant une incertitude de ± 15 minutes sur l'heure de l'observation, l'incertitude correspondante de l'excentricité serait ± 0,0012.

» Il résulte donc de cette recherche provisoire sur l'orbite de la comète de 1771 qu'une ellipse est beaucoup plus probable qu'une parabole et que l'hyperbole doit être définitivement rejetée. Nous espérons que les observation différentielles de Saint-Jacques, particulièrement celles qu'il a faites entre le 9 juin et le 17 juillet, permettront de fixer assez exactement la valeur de l'excentricité ([2]). »

([1]) L'heure précise de l'observation n'est pas explicitement indiquée, mais l'incertitude ne peut dépasser ± 15 minutes, ce qui correspond à une variation de ± 24 secondes d'arc en l'ascension droite. Dans les observations imprimées, Saint-Jacques donne $9^h 12^m 1^s$, temps vrai de Marseille, soit $9^h 12^m 31^s$, temps moyen de Paris; Burckhardt adopte $9^h 12^m 26^s$.

([2]) Pour le calcul définitif on disposera aussi de quelques observations inédites de Le Monnier. Il serait également utile de consulter les registres originaux de Messier,

MÉCANIQUE. — *Toute condition algébrique imposée au mouvement d'un corps est réalisable par le moyen d'un système articulé.* Note de M. **G. Koenigs**, présentée par M. Appell.

« En 1875, Kempe démontrait que toute courbe plane algébrique peut être décrite par le moyen d'un système articulé. J'ai démontré, il y a quinze jours (22 avril), le même théorème pour le cas des surfaces et des courbes gauches algébriques. Je me propose de donner ici toute son extension à cet ordre d'idées en prouvant que toute liaison algébrique imposée au mouvement d'un corps est réalisable par le moyen d'un système articulé.

» Soit $Oxyz$ un trièdre fixe, M un point variable qui sera l'origine d'un trièdre $M\xi\eta\zeta$ lié invariablement au corps mobile. Je relierai le point M au point O par un système de deux tiges articulées T, T′ (voir ma Note du 22 avril), assujetties à se mouvoir dans un plan Π passant par Oz et qui peut, lui-même, tourner autour de cet axe Oz. Je continue à représenter par Ω une tige mobile dans le plan xOy, qui est la trace du plan Π sur ce plan. Je conserve les notations θ, θ', φ de ma première Note. L'extrémité M de la tige T′ se trouve reliée au corps mobile par un joint de Cardan qui permet au corps de pivoter librement autour de ce point.

» Je considère le trièdre $O\xi'\eta'\zeta'$ parallèle au trièdre $M\xi\eta\zeta$, et qui a son sommet au point O. On pourra relier par un système articulé (Note du 22 avril) les tiges $O\xi'$, $M\xi$ de façon à les assujettir à demeurer parallèles; de même pour les tiges $O\eta'$, $M\eta$. Les trièdres $O\xi'\eta'\zeta''$, $M\xi\eta\zeta$ demeurent ainsi constamment parallèles.

» Soient Θ, Φ, Ψ les angles d'Euler qui fixent la position du trièdre $O\xi'\eta'\zeta'$; les angles θ, θ', φ, Θ, Φ, Ψ sont les six paramètres dont nous ferons dépendre la position du corps mobile.

» Une liaison algébrique imposée au mouvement se traduira par une équation entière par rapport aux sinus et cosinus de ces six angles et, en transformant par un procédé connu cette équation, nous pourrons l'ame-

---

registres qui paraissent égarés depuis longtemps. Le seul que nous connaissions se trouve à l'Observatoire de Paris (C 2 19) et s'étend du 1er janvier 1757 au 30 septembre 1760. Il ne contient aucune observation de comète, quoique Messier en ait fait un assez grand nombre dans cet intervalle, ce qui tend à prouver qu'il inscrivait les observations de comètes sur un registre spécial. Nous recevrions avec reconnaissance toutes les indications qui pourraient nous être données au sujet de ces registres.

ner à la forme

$$(1)\ \sum A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix} \sin\begin{pmatrix} m\theta + m'\theta' + \overset{m''\Theta}{+\mu} \end{pmatrix} \cos(n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu) = 0.$$

» Dans cette équation, m, m', m'', n, n', n'' sont des entiers positifs ou négatifs, μ, ν sont l'une des quantités 0, π, $+\frac{\pi}{2}$, $-\frac{\pi}{2}$, et, enfin, $A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ est un coefficient constant positif.

» Si nous arrivons à guider par des articulations une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ qui forme avec Oz l'angle $m\theta + m'\theta' + m''\Theta + \mu$ et dont la projection $\Omega(n, n', n'', \nu)$ sur le plan xOy fasse avec Ox l'angle $n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu$, en donnant à cette tige la longueur $A\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$, l'équation (1) exprime que la somme des projections sur Ox des tiges analogues à $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ est nulle. Nous serons donc amené à terminer notre raisonnement comme nous avons terminé celui qui fait l'objet de la Note du 22 avril. Il suffit ainsi de prouver la possibilité du guidage par articulations d'une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ pivotant autour du point O et satisfaisant aux conditions angulaires ci-dessus énoncées.

» Observons d'abord que l'angle Ψ est l'angle avec Ox de la ligne des nœuds ON, trace sur xOy du plan $\xi' O \eta'$; matérialisons ON, qui sera une tige pivotante autour de Oz dans le plan xOy; articulons ensuite $O\zeta'$ en O, de sorte que $O\zeta'$ pivote autour de O dans le plan normal à ON, enfin articulons en O la tige $O\xi'$ avec $O\zeta'$, de sorte que $O\xi'$ pivote autour de O dans le plan normal à $O\zeta'$; on pourra ensuite concevoir $O\eta'$ calé invariablement à angle droit sur $O\xi'$ dans le plan normal à $O\zeta'$. Ceci posé, soit OU une tige libre de tourner autour de O dans le plan xOy, nous savons réunir par des articulations (22 avril) les tiges ON, $O\xi$, OU, de sorte que OU, $O\xi$ fassent avec ON le même angle, l'angle Φ. Nous avons ainsi, dans le plan xOy, les tiges Ω, ON, OU, toutes pivotantes autour de O, et qui font, les deux premières, les angles φ et Ψ avec Ox, tandis que OU fait avec ON l'angle Φ; on saura donc (Kempe) réaliser une tige $\Omega(n, n', n'', \nu)$ pivotant autour de O dans le plan xOy, et faisant avec Ox l'angle $n\varphi + n'\Psi + n''\Phi + \nu$, et cela au moyen de systèmes articulés.

» Considérons une tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ s'articulant en O avec

$$\Omega(n, n', n'', \nu),$$

l'axe d'articulation étant normal au plan mené par Oz et par $\Omega(n, n', n'', \nu)$; la tige $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ sera constamment contenue dans ce plan et

$$\Omega(n, n', n'', \nu)$$

sera sa projection sur le plan xOy.

» Il reste à obliger $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ à faire avec Oz l'angle voulu

$$m\theta + m'\theta' + m''\Theta + \mu.$$

» Envisageons le plan Π qui contient Oz et les tiges T, T'. Articulons en O, sur le même axe autour duquel tourne déjà la tige T, une tige OV qui restera constamment, elle aussi, dans le plan Π. On peut relier OV, $O\xi'$ et Oz (Note du 22 avril) par un système articulé qui force OV et $O\zeta'$ à faire avec Oz le même angle Θ, sans autre liaison. Nous avons alors dans le plan Π les tiges T, T', OV qui font avec Oz les angles θ, θ', Θ. Nous saurons donc (Kempe) guider par articulations une tige $\Delta(m, m', m'', \mu)$, pivotant autour de O dans ce plan et faisant avec Oz l'angle $m\theta + m'\theta' + m''\Theta + \mu$. Il ne nous restera plus qu'à relier par un système articulé les tiges Oz, $\Delta(m, m', m'', \mu)$, $T\begin{pmatrix} m, m', m'', \mu \\ n, n', n'', \nu \end{pmatrix}$ pour forcer (22 avril) les deux dernières tiges à faire le même angle avec la première tige Oz.

» Le théorème se trouve donc démontré.

» On voit par cette proposition que les systèmes articulés, qui sont recherchés dans les applications industrielles, ont aussi un rôle théorique à remplir.

» *Addition.* — La proposition précédente peut être généralisée dans les termes suivants : Soient n points $M_1, M_2, \ldots, M_n$ soumis à des liaisons algébriques, c'est-à-dire représentées par des équations algébriques entre les coordonnées de ces points; il est toujours possible de réaliser ces liaisons par un système articulé, reliant entre eux les n points donnés. Le même théorème est vrai si, au lieu de points, on prend des corps solides soumis entre eux à certaines liaisons algébriques. Je reviendrai ultérieurement sur ces propositions générales, qui sont fécondes en applications. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi d'une quatrième dimension.* Note de M. DE LA RIVE, présentée par M. Poincaré.

« *Définitions et propriétés générales.* — En considérant un système de quatre axes orthogonaux, X, Y, Z, U, un vecteur R est défini par ses quatre

projections x, y, z, u; le carré de la longueur est la somme des carrés des projections, et la direction est donnée par les quatre rapports respectifs de la projection à la longueur, désignés par a, b, c, d, ou cosinus directeurs, satisfaisant à la condition que la somme de leurs carrés est égale à l'unité. La projection d'un vecteur R sur une direction R′ est définie par

$$\mathrm{R}\cos(\mathrm{R}, \mathrm{R}') = \mathrm{R}(aa' + bb' + cc' + dd') = a'z + b'y + c'z + d'u.$$

» Deux vecteurs sont orthogonaux l'un sur l'autre lorsque leur cosinus relatif est nul.

» 1° Des propriétés connues du déterminant $|a\ b\ c\ d|$ à seize éléments dans lequel la somme des carrés des éléments de chaque ligne est égale à l'unité et la somme des produits des éléments de deux lignes quelconques est nulle, il résulte :

» Si quatre directions, 1, 2, 3, 4 sont orthogonales entre elles, les groupes de quatre éléments, a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4, ..., constituent quatre autres directions également orthogonales entre elles et les projections d'un vecteur quelconque R sur ces directions, x', y', z', u', qui sont données par $x' = a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 u$, $y' = a_2 x$, ..., satisfont aux conditions définies ci-dessus pour l'expression du vecteur.

» Le carré de la longueur d'un vecteur est la somme des carrés de ses projections sur quatre directions orthogonales quelconques.

» Les équations de transformation des coordonnées de deux systèmes orthogonaux se trouvent établies.

» 2° On considère trois directions quelconques affectées des indices 1, 2, 3, et l'on cherche une quatrième direction, ayant l'indice 4, satisfaisant à la condition d'être orthogonale sur les trois premières. Soit $\Delta = |a\,b\,c\,d|$. Les trois équations de conditions se mettent sous la forme

$$\frac{a_4}{d_4}a_1 + \frac{b_4}{d_4}b_1 + \frac{c_4}{d_4}c_1 = -d_1 \ldots.$$

» Désignant par A_4^a, Δ_4^b, Δ_4^c, Δ_4^d les déterminants mineurs obtenus en supprimant dans Δ la quatrième ligne et respectivement les colonnes a, b, c, d, et par permutation circulaire à partir de Δ_4^a afin d'éviter le changement de signe, on a

$$(1)\qquad \frac{u_4}{\Delta_4^a} = \frac{b_4}{\Delta_4^b} = \frac{c_4}{\Delta_4^c} = \frac{d_4}{\Delta_4^d} = \frac{1}{\sqrt{(\Delta_4^a)^2 + (\Delta_4^b)^2 + (\Delta_4^c)^2 + (\Delta_4^d)^2}} = \frac{1}{\Delta}.$$

» *Remarque.* — Puisque la solution est toujours donnée par les (1), on conclut de là que trois droites imaginaires de l'espace à quatre dimensions

peuvent toujours être rapportées à un système orthogonal dont un axe est orthogonal sur chacune d'elles. Elles sont donc leur propre projection sur l'espace à trois dimensions dont ce quatrième axe est la normale et sont les droites réelles de cet espace; les longueurs des vecteurs et les cosinus relatifs de deux vecteurs définis plus haut deviennent les longueurs des vecteurs et les cosinus de leurs angles dans un espace à trois dimensions.

» On met la valeur de Δ_4^a sous la forme

$$\Delta_4^a = \sqrt{1-a_1^2}\sqrt{1-a_2^2}\sqrt{1-a_3^2}\left|\frac{b}{\sqrt{1-a^2}}\ \frac{c}{\sqrt{1-a^2}}\ \frac{d}{\sqrt{1-a^2}}\right|,$$

où les éléments du déterminant sont les cosinus directeurs de trois directions rapportées au système orthogonal Y, Z, U. Remarquons que la droite imaginaire $\frac{x}{a_1} = \frac{y}{b_1} = \frac{z}{c_1} = \frac{u}{d_1}$ a pour projection sur l'espace $x = 0$ la droite réelle $x\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{b_1} = y\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{c_1} = z\frac{\sqrt{1-a_1^2}}{d_1}$ et que les longueurs $R_1\sqrt{1-a_1^2}$, $R_2\sqrt{1-a_2^2}$, $R_3\sqrt{1-a_3^2}$ sont les projections des vecteurs R_1, R_2, R_3 sur ce même espace, ou, autrement dit, ces vecteurs projetés suivant X. On sait que le déterminant a pour valeur le volume du parallélépipède avec l'unité de longueur pour arêtes. Par conséquent $R_1 R_2 R_3 \Delta_4^a$ est le volume de la projection du parallélépipède ayant pour arêtes R_1, R_2, R_3 sur l'espace $x = 0$. De même pour Δ_4^b, Δ_4^c, Δ_4^d. D'autre part, on trouve

$$\Delta = \sqrt{\left\{\begin{array}{l} 1-(a_2a_3+b_2b_3+c_2c_3+d_2d_3)^2-(a_3a_1+b_3b_1+c_3c_1+d_3d_1)^2 \\ \quad -(a_1a_2+b_1b_2+c_1c_2+d_1d_2)^2+2(a_2a_3+\ldots)(a_3a_1+\ldots)(a_1a_2+\ldots)\end{array}\right\}},$$

dont la valeur, d'après la remarque ci-dessus, est celle du volume du parallélépipède construit sur R_1, R_2, R_3 avec l'unité suivant les arêtes. Les équations (1) donnent donc, en désignant par V ce volume et par $V_{y,z,u}$ le volume de sa projection sur l'espace $x = 0$,

$$a_4 = \frac{R_1R_2R_3\Delta_4^a}{R_1R_2R_3\Delta} = \frac{V_{y,z,u}}{V} = \ldots.$$

» On en conclut les deux théorèmes :

» Théorème I. — *Le volume de la projection d'un parallélépipède sur un espace à trois dimensions quelconque est égal au volume de ce parallélépipède multiplié par le cosinus de l'angle de la normale à l'espace du parallélépipède avec la normale à l'espace de projection.*

» Théorème II. — *La somme des carrés des quatre volumes, projections d'un parallélépipède sur quatre espaces orthogonaux, est égale au carré du volume de ce parallélépipède.*

» *Applications.* — La sphère imaginaire, qui est à la sphère ce que la sphère est au cercle, a pour équation

$$x^2 + y^2 + z^2 + u^2 = R^2.$$

Les équations de son intersection par l'espace $u = 0$ sont

$$(2) \qquad x^2 + y^2 + z^2 = R^2 \quad \text{et} \quad u = 0.$$

» Par une substitution orthogonale dans le plan ZU, on a

$$u = u' \cos\varphi - z' \sin\varphi, \qquad z = u' \sin\varphi + z' \cos\varphi,$$

d'où il résulte pour les équations (2)

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{R^2} + \frac{z'^2}{R \cos^2\varphi} = 1 \qquad \text{et} \qquad u' = z' \operatorname{tang}\varphi.$$

» La première est l'équation de la projection de la sphère sur l'espace $u' = 0$. On en conclut :

» *La projection d'une sphère de rayon* R *située dans un certain espace, défini par sa normale, sur un autre espace dont la normale fait avec la première un angle* φ, *est un ellipsoïde de révolution aplati. L'axe de l'ellipsoïde est dans le plan des deux normales et la longueur du demi-axe est* $R\cos\varphi$.

» Cette projection est dans l'espace $u' = 0$ et, par une seconde substitution orthogonale dans le plan U'Y, on trouve par le même procédé, pour l'équation de la projection sur l'espace $u'' = 0$, dont la normale u'' fait un angle φ' avec u',

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y'^2}{R^2 \cos^2\varphi'} + \frac{z'^2}{R^2 \cos^2\varphi} = 1,$$

ellipsoïde dont les trois demi-axes a, b, c sont égaux à R, $R\cos\varphi'$, $R\cos\varphi$, d'où il résulte :

» *Par deux projections successives d'une sphère on obtient un ellipsoïde à trois axes inégaux.*

» En appliquant le théorème I aux éléments cubiques de volume, soit de la sphère, soit de l'ellipsoïde de révolution, on obtient le volume de l'ellipsoïde à trois axes inégaux, en multipliant celui de la sphère par $\cos\varphi \cos\varphi'$, ce qui donne $\frac{4}{3}\pi abc$.

» On trouve les propriétés de trois diamètres conjugués en considérant trois diamètres orthogonaux quelconques de la sphère. »

OPTIQUE. — *Sur les spectres cannelés.* Note de M. **Arthur Schuster**, présentée par M. Poincaré.

« M. Poincaré s'est récemment (*Comptes rendus*, p. 758) occupé d'une question que j'ai traitée en détail l'année dernière (*Philosophical Magazine*, p. 509; juin 1894). Comme nous arrivons à des conclusions diamétralement opposées, je me permets de soumettre à l'Académie les raisons qui me portent à croire que l'éminent auteur a tiré d'une analyse incontestable un résultat qui me paraît faux. Il s'agit de l'expérience de MM. Foucault et Fizeau sur le spectre cannelé qu'on observe si deux rayons de lumière blanche tombent avec un retard relatif sur la fente d'un spectroscope. Faut-il conclure de cette expérience que le mouvement lumineux possède une espèce de permanence? C'est ce que tous les physiciens ont affirmé avant que M. Gouy et, plus tard, Lord Rayleigh aient mis en question la justesse de cette conclusion. En lisant les travaux de ces auteurs, les mêmes doutes, que M. Poincaré énonce maintenant, me survenaient, mais un examen attentif me montrait que ces Messieurs avaient bien raison. J'ai donné, dans le travail cité, une discussion détaillée de la question. Quant aux formules de M. Poincaré, je suis tout à fait en accord avec lui, et sous une forme différente elles sont toutes contenues dans mon Mémoire. Nous partons de compagnie du moment où, après avoir déduit l'équation

$$\int_{\theta_0}^{\theta_1} [\mathrm{F}(t-\theta)+\mathrm{F}(t-\theta+h)]\, e^{-iq(t-\theta)}\, d\theta,$$

il continue :

« L'expérience de M. Fizeau nous apprend que cette amplitude est pro-
» portionnelle à $(1+e^{iqh})$. »

» Je ne connais pas d'expérience dont on peut tirer cette conclusion; M. Fizeau a montré en effet que le spectre observé présentait des cannelures, c'est-à-dire des maxima et des minima, mais il n'a pas prouvé qu'aux minima l'intensité fût zéro.

» On peut pousser l'analyse plus loin que ne l'a fait M. Poincaré, en introduisant la condition que le spectre qu'on observe quand il n'y a pas d'interférence ait une intensité qui ne varie pas rapidement avec la longueur d'onde. On simplifie le calcul en supposant l'intensité moyenne constante aux environs de la partie du spectre dans laquelle on fait l'observation.

» Voici le résultat de mon calcul :

» Il faut distinguer deux cas. Si le retard n des deux régions, mesuré en longueur d'onde, est plus petit que le nombre de traits N du réseau qui forme le spectre, l'intensité varie d'après la loi

$$1 + \left(1 - \frac{n}{N}\right) \cos 2n\pi.$$

» Dans le second cas, où le retard n est plus grand que N, l'intensité est constante et il n'y a plus de cannelures. Ce résultat est indépendant de toute hypothèse sur l'irrégularité du mouvement vibratoire qui cependant est introduite indirectement par la supposition d'un spectre d'intensité uniforme.

» En d'autres mots, il n'y a pas de spectres continus montrant une permanence des vibrations et l'équation (4 *bis*) de M. Poincaré ne peut exister si la lumière examinée n'est pas homogène.

» On pourrait faire la supposition que les spectres qui nous apparaissent comme continus sont en réalité des spectres de lignes tellement rapprochées que nos instruments ne peuvent pas les résoudre. On aurait donc pour chaque ligne un mouvement tout à fait régulier et, pour deux rayons ayant une différence de marche, certaines de ces lignes seraient détruites pendant que d'autres montreraient une intensité quadruple. Néanmoins, le calcul nous enseigne qu'il n'y a pas de cannelures si la différence de marche dépasse le nombre de traits des réseaux. Cela tient au fait que l'image d'une fente infiniment étroite consiste, même pour une vibration homogène, en une bande étroite bordée de franges et, dans le cas considéré, ces images empiètent l'une sur l'autre de façon à détruire toute variation d'intensité le long du spectre.

» Pour montrer que les expériences de MM. Fizeau et Foucault sont en accord avec la théorie, il faut modifier la formule de sorte qu'on puisse l'appliquer aux prismes. On obtient cette modification ou par une méthode que j'ai donnée dans le Travail cité, ou directement en appliquant l'expression de Lord Rayleigh sur le pouvoir résolvant des prismes. On trouve qu'il faut remplacer le nombre R de traits des réseaux par $t\frac{d\mu}{d\lambda}$, où t est la plus grande épaisseur du prisme traversée par le rayon, μ l'indice de réfraction et λ la longueur d'onde. C'est un résultat qui est différent de celui donné par M. Poincaré à la fin de sa Note. Mais il me semble qu'il y a une erreur de la part de cet auteur, car, selon lui, la pureté d'un spectre serait

indépendante du pouvoir dispersif et même de l'indice de réfraction du prisme.

» Avec les prismes de verre, tels qu'on les emploie généralement, une épaisseur de 1^{cm} donne dans le bleu la même pureté à peu près qu'un réseau de 2000 traits. On cesserait donc d'observer les franges avec un tel prisme si le retard est plus grand que 2000 longueurs d'onde. MM. Fizeau et Foucault, en opérant avec un prisme, pouvaient observer des cannelures avec un retard de 1960 longueurs d'onde. On peut bien supposer que leur prisme avait au moins une épaisseur de 1^{cm} et l'expérience s'accorde donc parfaitement avec le calcul. Plus tard, ces mêmes auteurs ont observé les cannelures avec une différence de marche de 6527 longueurs d'onde dans le bleu; mais alors ils employaient plusieurs prismes, et la théorie ne donne qu'une épaisseur totale de 4^{cm} pour observer les cannelures dans ces conditions.

» Je dois renvoyer le lecteur à mon Travail pour les détails du calcul et pour la discussion de nombre d'autres points qui sont liés à la même question.

» En vue de la grande autorité qui s'attache avec raison à une opinion émise par M. Poincaré, sur un point de Mathématique physique, je le prie de renouveler la discussion de cette question et de faire part à l'Académie des résultats de son examen plus détaillé. Je ne peux pas douter qu'il admettra la justesse de la conclusion, d'abord énoncée par M. Gouy, que la régularité des vibrations, mise en évidence par les observations de MM. Fizeau et Foucault, n'existe pas dans le mouvement lumineux, mais est produite par l'appareil spectral. »

OPTIQUE. — *Absorption inégale des rayons circulaires droit et gauche dans certains corps actifs* (¹). Note de M. **A. Cotton**, présentée par M. Lippmann.

« Dans un grand nombre de cristaux, le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire, qui se propagent avec des vitesses différentes, sont inégalement absorbés : c'est le phénomène du dichroïsme (tourmaline). Or, dans un milieu doué du pouvoir rotatoire, on considère aussi, depuis Fresnel, deux sortes de rayons, l'un circulaire droit, l'autre gauche, qui se pro-

(¹) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

pagent avec des vitesses différentes. Si l'on rapproche cette double réfraction circulaire de la double réfraction des cristaux; si, d'autre part, on considère que la vitesse de la lumière dans un milieu et l'absorption qu'elle y subit ne sont pas deux phénomènes indépendants, on est conduit à se demander s'il n'y a pas des *corps actifs absorbant inégalement un rayon droit et un rayon gauche*.

» I. J'ai trouvé, en effet, des corps possédant cette propriété, en particulier parmi les solutions des tartrates colorés. Je citerai comme exemple les solutions de tartrate de cuivre dans la potasse ou la soude (et la liqueur de Fehling), et certains tartrates doubles du chrome et des métaux alcalins. Avec ces liquides on peut constater directement l'inégalité d'absorption pour la lumière d'un brûleur à sodium. J'ai construit dans ce but un double polariseur circulaire permettant de regarder à travers le liquide, deux plages lumineuses identiques et contiguës, donnant l'une de la lumière circulaire droite, l'autre de la lumière circulaire gauche. On voit nettement une différence d'intensité entre les deux plages. Les intensités de ces plages s'intervertissent lorsqu'on recommence l'expérience avec des solutions tout à fait pareilles, mais préparées avec l'acide tartrique gauche de Pasteur.

» II. Lorsque la lumière naturelle traverse un de ces liquides, elle est modifiée et contient à sa sortie plus de lumière *droite,* par exemple, que de lumière *gauche;* c'est ce qu'on voit immédiatement en retournant l'appareil précédent de façon que la lumière le traverse en sens inverse, le double polariseur circulaire fonctionnant alors comme analyseur. Si l'on trouve des corps possédant d'une façon plus marquée cette propriété du *dichroïsme circulaire,* on pourra s'en servir pour obtenir, sans autre appareil, de la lumière polarisée circulairement.

» III. Ces liquides ne font pas simplement tourner, comme les corps actifs transparents, une vibration qui s'y propage : ils la déforment. En particulier, lorsqu'un rayon polarisé rectilignement les traverse, les deux composantes circulaires inverses de la vibration sont affaiblies inégalement et donnent à la sortie une vibration elliptique. En montrant cette production de lumière elliptique, on met en évidence l'inégalité d'absorption. C'est ainsi que je l'ai observée tout d'abord, en me servant d'un procédé très sensible pour mettre en évidence des ellipses très aplaties. J'emploie la lame à teinte sensible de Bravais (ou plus généralement des lames minces de quartz, parallèles à l'axe, disposées de la même façon); mais, au lieu d'observer ses colorations, je projette une image de cette lame sur

la fente d'un spectroscope : j'observe alors dans le spectre une bande noire (de Fizeau et de Foucault) qui se coupe en deux parties correspondant aux deux moitiés de la lame, pour peu que la lumière incidente devienne elliptique.

» Cette production de lumière elliptique donne un moyen commode de *mesurer* l'inégalité d'absorption et remplace avantageusement les méthodes photométriques directes (que j'ai employées également).

» Désignons, en effet, par $\operatorname{tang}\varphi$ le rapport des axes de l'ellipse. Le rapport des amplitudes des deux composantes circulaires de la vibration, primitivement égales, a pour expression $\operatorname{tang}(45^\circ + \varphi)$. De la valeur observée pour φ, on déduit donc immédiatement (et avec une erreur relative beaucoup moindre) la valeur de ce rapport.

» En ajoutant à l'appareil précédent un quart d'onde (parallélépipède de Fresnel) entre le polariseur et la lame, on peut mesurer très facilement, non seulement cet angle φ, mais encore l'angle du grand axe de l'ellipse avec la vibration incidente, c'est-à-dire le pouvoir rotatoire ρ : les deux opérations à faire sont identiques. On peut alors faire ces mesures pour diverses franges de longueur d'onde bien déterminées et comparer entre elles la différence des vitesses des deux rayons et la différence de leurs absorptions.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai quelques-uns des résultats que j'ai obtenus. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la congélation des dissolutions à température constante*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Sarrau.

« La pression a pour effet de relever le point de congélation des liquides qui se contractent en se solidifiant. C'est en partant de ce principe que M. Amagat a pu étudier la solidification entre 15° et 20° de liquides fondant vers 0°.

» D'autre part, M. Raoult a montré qu'*à pression constante* le point de fusion de liquides renfermant quelques centièmes de matières étrangères s'abaissait en raison inverse du poids moléculaire du corps étranger dissous dans le liquide.

» Il m'a paru intéressant de rechercher expérimentalement s'il existe une relation entre le poids moléculaire d'un corps dissous et la pression nécessaire pour ramener le dissolvant à se solidifier à une *température fixe, constante*.

» Mes essais ont porté sur la benzine; ce liquide ayant présenté à M. Raoult de nombreuses anomalies, j'ai voulu voir si la pression ferait disparaître ou non ces anomalies.

» Pour expérimenter, j'ai purifié par cristallisations répétées une grande masse de benzine. J'en ai mis 3^{lit} à 4^{lit} dans un réservoir où plongeait la croix d'un appareil de M. Amagat; et j'ai opéré dans une salle dont la température, variant entre 0° et 15°, provoquait la congélation lente de la benzine et maintenait la croix dans un liquide dont la température était sensiblement constante; les variations extrêmes observées avec un thermomètre divisé en demi-centièmes ont été $5^{o},67$ et $5^{o},71$.

» Les dissolutions soumises à l'expérience étaient placées dans de petits tubes plats effilés et ouverts à leur partie inférieure. Pour éviter toute erreur de surfusion, ces liquides étaient congelés par la partie supérieure avant leur introduction dans la croix; dans ces conditions, la fusion et la chute partielle des cristaux produisaient l'agitation du liquide. Lorsque les cristaux avaient à peu près disparu, je faisais naître par pression une légère cristallisation en face des regards placés sur la branche horizontale de la croix; puis, pendant plusieurs heures, j'observais les pressions qui faisaient croître ou disparaître ces cristaux.

» J'ai pu établir ainsi le Tableau suivant, en opérant sur des dissolutions renfermant environ $2^{gr},5$ de matière pour 100^{gr} de benzine.

	Poids moléculaire.	Abaissement du point de fusion de la benzine.	Pression compensatrice.
		o	mm
Acide benzoïque	122	0,53	98
Acide acétique	60	1,16	232
Naphtaline	128	1,06	219
Para-dichlorobenzine	137	0,92	180
Para-dichlorobenzine (à 5 pour 100)	»	1,85	410
Méta-binitrobenzine (à 3 pour 100)	168	0,98	225

» 5^{mm} de pression correspondent sensiblement à une atmosphère.

» Le Tableau précédent montre nettement que la pression compensatrice n'est pas en rapport avec le poids moléculaire, puisque la naphtaline a un poids moléculaire double de celui de l'acide acétique et que les dissolutions au même taux de l'un et de l'autre corps nécessitent des pressions compensatrices presque identiques. D'autre part, si nous considérons trois dissolutions pour lesquelles l'abaissement du point de fusion est voisin de 1°, nous trouvons que la pression qui compense un abaissement de 1° est sensiblement la même : pour la chlorobenzine $\frac{180}{0,92} = 194$; pour la naphtaline $\frac{219}{1,06} = 206$; pour l'acide acétique $\frac{232}{1,16} = 200$.

» Si l'on calcule le même rapport pour des abaissements qui s'éloignent de 1°, pour la chlorobenzine à 5 pour 100 par exemple, on trouve $\frac{410}{1,85} = 221$. Ce nombre diffère notablement des précédents, mais cela peut tenir à ce que la relation qui exprime la pression en fonction de l'abaissement n'est pas du premier degré.

» Quoi qu'il en soit, pour la dichlorobenzine, la naphtaline et l'acide acétique, on remarque qu'une même pression compense un même abaissement du point de congélation. L'exemple de la binitrobenzine jette un doute sur la généralité de cette remarque; il est vrai que l'élévation subite de la température ambiante m'a placé dans des conditions défavorables pour étudier les dissolutions de ce corps. En résumé, l'abaissement de température de congélation des dissolutions, plutôt que le poids moléculaire du corps dissous, est lié à la pression compensatrice. Cependant il n'est pas certain que la mesure des pressions puisse, dans tous les cas, être substituée à la mesure des abaissements de température, même quand les pressions sont relatives à un abaissement déterminé, le même pour toutes les dissolutions.

» L'élévation trop grande de la température ambiante m'a obligé à interrompre ces expériences dont le succès est dû aux conseils de M. Amagat et à la bienveillance avec laquelle il m'a initié au maniement de son appareil. »

THERMODYNAMIQUE. — *Cycles isothermes fermés réversibles et équilibrés par la pesanteur.* Note de M. **A. Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Soient deux tubes cylindriques égaux, A et B, très longs, de section = 1, disposés verticalement, reliés l'un à l'autre à chaque extrémité par un tube horizontal, dont l'un inférieur est muni d'un robinet. Le système de ces tubes est placé dans un milieu infini à température invariable $T < T_0$, point triple de l'eau.

» Le robinet étant fermé, je suppose qu'il y ait, dans le tube A, de l'eau en surfusion; dans l'autre, B, de l'eau surmontée de glace, le reste des deux tubes contenant seulement de la vapeur d'eau. Je suppose que la glace, dans le tube B, puisse faire l'office de piston.

» Il s'établira en haut, entre le contenu des deux tubes, un équilibre de distillation : le poids de la colonne de vapeur comprise entre le niveau supérieur de la glace dans le tube B et le niveau de l'eau dans le tube A

sera égal à la différence des tensions de vapeur F et f de l'eau et de la glace à la température T. Dans le tube B, il y aura équilibre de fusion entre l'eau et la glace, le poids du piston de glace $+f$ représentant la pression sous laquelle la glace fond à la température T.

» Cela posé, je dis que, si l'on ouvre le robinet, il n'y aura aucun mouvement dans le contenu des deux tubes ou, en d'autres termes, qu'il y a aussi équilibre hydrostatique.

» En effet, s'il en était autrement, en ouvrant le robinet pendant un instant très court, une quantité d'eau *de* passerait, par exemple, de B vers A : les niveaux baisseraient dans le tube B ; dans le tube A, le niveau de l'eau s'élèverait, et il y aurait là évaporation d'eau, qui se condenserait en glace sur le piston dans le tube B, tandis qu'en même temps une égale quantité de glace fondrait à la partie inférieure du piston. Et cela se continuerait jusqu'au retour à l'état initial.

» L'énergie du système n'ayant pas varié, comme il n'y a pas eu de travail extérieur effectué, il faut que la chaleur empruntée à l'extérieur pour certaines modifications produites dans les deux tubes soit égale à celle restituée dans les autres modifications : il faut que toutes ces modifications soient réversibles, c'est-à-dire produites par des différences infiniment petites de pression; en particulier, la modification initiale, autrement dit les pressions de chaque côté du robinet sont égales et quand il est ouvert il y a équilibre hydrostatique.

» h étant la hauteur du piston de glace, u son volume spécifique moyen, H la différence des deux niveaux supérieurs de l'eau et de la glace, u' le volume spécifique moyen de l'eau dans le tube A jusqu'au niveau inférieur de la glace, on a

$$h\frac{1}{u} = (h - \mathrm{H})\frac{1}{u'} + \mathrm{F} - f;$$

comme $\mathrm{P} = h\frac{1}{u} + f$, on peut tirer de cette formule, en négligeant des termes petits en F et f,

$$\mathrm{P}(u - u') = \mathrm{RT}\,\mathrm{Log}_n\frac{\mathrm{F}}{f}.$$

» *Remarque.* — Les modifications qu'on a supposé se produire dans les deux tubes après avoir ouvert le robinet, reviennent à celles qui se produiraient par le passage d'une petite masse d'eau *de* à travers tout le contenu des tubes, partant du robinet pour y aboutir finalement.

» Dans ce passage, cette petite masse d'eau *de* prendrait en chaque

point l'état et la pression de l'eau qui s'y trouve; elle parcourrait donc un cycle isotherme fermé et réversible, puisqu'elle passerait par une suite d'états d'équilibre infiniment voisins.

» Pour que ce cycle soit entièrement réversible, il faut que les pressions de chaque côté du robinet soient égales; autrement dit, il y a équilibre hydrostatique.

» Cet équilibre est donc la représentation d'un cycle isotherme fermé et réversible.

» Tout équilibre analogue représente un cycle isotherme, mais l'inverse n'a pas lieu nécessairement :

» Ainsi, pour les autres corps que l'eau, au-dessus de leur point triple, on peut imaginer un cycle, mais on ne peut supposer l'équilibre correspondant, car il n'est pas possible de supposer le corps liquide sous le corps solide et en équilibre de fusion avec lui.

» Pour les solutions aqueuses seulement, au-dessous de leur point de congélation théorique (leur point triple), on pourra réaliser un équilibre semblable à l'équilibre eau et glace et imaginer un cycle dont cet équilibre est la représentation. Pour la démonstration de la possibilité d'un tel équilibre, il faudra supposer le robinet dans le tube supérieur, admettre que l'équilibre de fusion et l'équilibre hydrostatique existent; on conclura que l'équilibre de distillation doit exister simultanément.

» Pour les solutions dans d'autres dissolvants que l'eau, un cycle réversible pourra être imaginé au-dessus de leur point de congélation, mais il n'y aura pas d'équilibre correspondant avec le dissolvant solide.

» Les équilibres osmotiques de toutes les solutions, soit avec le dissolvant liquide, soit avec sa vapeur, sont la représentation de cycles isothermes fermés réversibles.

» *Remarque sur la pression osmotique.* — Si l'on suppose, dans un tube horizontal, une solution aqueuse enfermée entre un piston mobile P et une paroi semi-perméable; si, de l'autre côté de cette paroi, se trouve de la vapeur d'eau comprimée par un piston P'; pour s'opposer à l'entrée de cette vapeur dans la solution, il faudra exercer sur P une pression variable. La différence des pressions exercées sur P et P' ou pression osmotique, dont la valeur est nulle quand la pression sur P' est égale à la tension de vapeur de la solution (à surface libre), peut atteindre une très grande valeur, alors que le volume de la solution a très peu diminué. Lorsque la vapeur sera condensée en eau, si l'on comprime cette eau, la pression osmotique croîtra encore.

» La pression osmotique ne dépend donc pas seulement de la concentration de la solution et de la température, mais encore de l'état et de la densité de l'eau au contact de la paroi semi-perméable. On ne saurait donc lui supposer une cause analogue à la force élastique des gaz, et l'on voit que la relation fondamentale de Van t'Hoff $\pi v = i\mathrm{RT}$, applicable seulement à quelques solutions, ne l'est que dans un cas très particulier du phénomène osmotique [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur le projet d'expédition en ballon aux régions arctiques de M.* S.-A. Andrée. Note de M. **Gaston Tissandier**.

« Je crois devoir adresser à l'Académie une Note rectificative au sujet de certaines affirmations publiées dans la Communication faite sur un projet d'expédition en ballon aux régions arctiques. Son auteur M. S. Andrée dit que le ballon qu'il utilisera offrira une imperméabilité suffisante pour rester trente jours en l'air. Cela est bien difficilement réalisable avec les ballons construits jusqu'à notre époque. Pendant le jour, quand les ballons s'élèvent, leur gaz se dilate et remplit la partie inférieure que l'on a laissée un peu vide; dans les régions plus élevées, la dilatation du gaz continue, et augmente si le soleil est ardent; le gaz du ballon arrive à sortir abondamment en s'échappant par l'orifice béant de l'appendice inférieur. Quand vient le refroidissement de la nuit; le gaz se condense, le ballon se dégonfle en partie, et il faut que l'aéronaute ait une grande quantité de lest pour se maintenir en l'air. Par ces successions de températures, qui varient considérablement du jour à la nuit, les pertes de gaz d'un aérostat deviennent considérables en vingt-quatre heures, et voilà pourquoi cette durée de temps (24^h) n'a jamais été dépassée dans les voyages aériens.

» M. S.-A. Andrée parle dans sa Note du grand et remarquable ballon de M. Henri Giffard, construit avec un art tout nouveau; ce ballon a fonctionné environ trois mois dans la cour du Carrousel en 1878. M. Andrée commet une erreur, en disant :

» Le ballon de M. Giffard offrait une imperméabilité telle qu'il n'eut
» besoin d'un remplissage complémentaire que dans la seconde année de
» son service. »

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

» Le ballon Giffard, comme tous les ballons, perdait du gaz par suite de la dilatation diurne et de la condensation nocturne. On le voyait souvent le matin dégonflé à sa partie inférieure, et il y avait, dans l'enceinte de l'aérostat captif, un appareil à gaz hydrogène qui fonctionnait presque tous les jours, pour compenser les pertes de gaz. Il en est de même pour tous les ballons captifs.

» Les ballons libres ne sauraient non plus rester longtemps en l'air sans renouveler leur provision de gaz; il faudrait que la perte de gaz devienne nulle. Cela n'est peut-être pas impossible à réaliser, mais aucun aérostat, jusqu'ici, n'en a donné une démonstration complète. Avant de tenter des voyages aériens qui nécessitent, pour réussir, un séjour dans l'air de tout un mois, il faudrait en construire un qui puisse d'abord rester dans l'air quelques journées consécutives; cela ne s'est jamais vu par les causes que nous avons indiquées. Espérons que le problème sera résolu, mais il faudra des constructions nouvelles de l'aérostat. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur les sulfate, nitrate et acétate mercureux.* Note de M. **Raoul Varet**.

« On ne connaît pas les chaleurs de formation des sels mercureux oxygénés; aussi ai-je institué quelques expériences en vue de déterminer les données thermochimiques relatives aux principaux de ces composés : les sulfate, nitrate et acétate. Ce sont les résultats que j'ai obtenus qui font l'objet de la présente Note.

» I. Azotate mercureux. — *Préparation.* — J'ai obtenu le sel qui a servi à mes déterminations en faisant digérer, pendant quelques jours, du mercure en excès avec de l'acide azotique pur, étendu de $\frac{1}{2}$ volume d'eau. Ce procédé m'a fourni de magnifiques cristaux prismatiques, courts, transparents. Essorés entre des doubles de papier, ils répondent à la formule

$$Hg^2(AzO^3)^2, 2H^2O.$$

» *Données thermochimiques.* — A. J'ai mesuré la chaleur de dissolution de ce sel dans l'acide azotique étendu; j'ai trouvé que

$Hg^2(AzO^3)^2 2H^2O$ sol. + AzO^3H étendu, absorbe vers 12°.............. $-12^{Cal},4$

» B. Pour déterminer la chaleur de formation de l'azotate mercureux, j'ai utilisé deux méthodes qui se contrôlent mutuellement.

» 1° On fait agir sur le sel de mercure, soit solide, soit dissous dans l'acide azotique étendu, un excès d'iodure de potassium dissous. Il se produit d'abord, entre les sels en présence, une double décomposition

complète, qui engendre de l'azotate de potasse dissous et de l'iodure mercureux précipité. Ce dernier sel est décomposé par l'excès d'iodure alcalin en mercure métallique précipité et iodure mercurique qui se dissout. On mesure ensuite l'effet thermique dû aux actions réciproques qui s'exercent dans la liqueur finale, entre les iodures de potassium, de mercure et l'azotate de potasse.

» J'ai ainsi trouvé vers 12° :

(1) $\left\{\begin{array}{l} Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O \text{ sol.} + 12,5\,KI(1^{mol} = 2^{lit}) \\ \quad = Hg \text{ liq.} + HgI^2 \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} \\ \qquad + 10,5\,KI \text{ diss.} + 2H^2O \text{ liq., dégage} \ldots\ldots \quad +33^{Cal},5 \\ HgI^2 \text{ diss.} + 10,5\,KI \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss., dégage} \ldots\ldots \quad + 0^{Cal},8 \end{array}\right.$

» Sachant que dans les mêmes conditions la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) de 2KI dissous dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 diss. $30^{Cal},8$ et que celle de $2KAzO^3$ diss. dégage $+221^{Cal},4$, on en conclut

Hg^2 liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage $+69^{Cal},5$

(2) $\left\{\begin{array}{l} Hg^2(AzO^3)^2 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 12,5\,KI \text{ diss.} \\ \quad = Hg \text{ liq.} + HgI^2 \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 10,5\,KI \text{ diss.}, \\ \qquad \text{dégage} \ldots\ldots \quad +46^{Cal},4 \\ HgI^2 \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 10,5\,KI \text{ diss., dégage} \ldots \quad + 1,0 \\ Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O \text{ sol.} + AzO^3H \text{ étendu} \\ \quad = Hg^2(AzO^3)^2 \text{ diss.} + 2H^2O \text{ liq.} + AzO^3H \text{ diss., absorbe} \ldots\ldots \quad -12,4 \end{array}\right.$

La dilution est ici différente de celle réalisée dans l'expérience précédente. La formation de 2KI dissous dégage dans le cas présent $149^{Cal},8$. Les autres données auxiliaires sont les mêmes. On en déduit :

Hg liq. + Az^2 gaz + O^6 gaz + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O$ sol., dégage. $+69^{Cal},4$

» 2° Dans l'autre méthode dont je me suis servi pour déterminer la chaleur de formation du nitrate mercureux, j'ai utilisé la solution d'iodure alcalin qui m'avait servi dans les expériences précédentes, mais additionnée d'iode, cette fois. Dans ce cas, tout le mercure est transformé en iodure mercurique :

(3) $\left\{\begin{array}{l} Hg^2(AzO^3)^2 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 12,5\,KI \text{ diss.} + 5\,I \text{ diss.} \\ \quad = 2HgI^2 \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 10,5\,KI \text{ diss.} \\ \qquad + 3I \text{ diss., dégage} \ldots\ldots \quad +77^{Cal},7 \\ 2HgI^2 \text{ diss.} + 2KAzO^3 \text{ diss.} + AzO^3H \text{ diss.} + 10,5\,KI \text{ dis.} + 3I \text{ diss.}, \\ \quad \text{dégage} \ldots\ldots \quad + 1,2 \\ Hg^2(AzO^3)^2\,2H^2O \text{ sol.} + AzO^3H \text{ étendu} \\ \quad = Hg^2(AzO^3)^2 \text{ diss.} + 2H^2O \text{ liq.} + AzO^3H \text{ diss., absorbe} \ldots\ldots \quad -12,4 \end{array}\right.$

En utilisant les mêmes données auxiliaires que précédemment, et tenant

compte de la chaleur de dissolution de I^2, soit $-0^{Cal},2$, on en conclut :

$$\text{Hg liq.} + \text{Az}^2 \text{ gaz} + \text{O}^6 \text{ gaz} + 2\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Hg}^2(\text{AzO}^3)^2\, 2\text{H}^2\text{O sol., dégage} \quad +69^{Cal},3$$

J'adopterai comme moyenne générale pour la formation du nitrate mercureux solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

$$\text{Hg liq.} + \text{Az}^2 \text{ gaz} + \text{O}^6 \text{ gaz} + 2\text{H}^2\text{O liq.} = \text{Hg}^2(\text{AzO}^3)^2\, 2\text{H}^2\text{O sol., dégage.} \quad +69^{Cal},4$$

» II. Sulfate mercureux. — *Préparation.* — J'ai obtenu le sel qui a servi à mes expériences calorimétriques en précipitant de l'azotate mercureux par du sulfate de soude, lavant le précipité avec de l'eau froide, le séchant d'abord sur des plaques de porcelaine dégourdie, puis à l'étuve. On obtient ainsi une poudre blanche amorphe répondant à la formule

$$\text{Hg}^2\text{SO}^4.$$

» *Données thermochimiques.* — Pour mesurer la chaleur de formation de ce corps, j'ai utilisé les mêmes méthodes que pour le nitrate :

$$(1)\left\{\begin{array}{ll} \text{Hg}^2\text{SO}^4 \text{ sol.} + 12,5\,\text{KI diss.} & \\ \quad = \text{Hg liq.} + \text{HgI}^2 \text{ diss.} + \text{K}^2\text{SO}^4 \text{ diss.} + 10,5\,\text{KI diss., dégage...} & +44^{Cal},1 \\ \text{HgI}^2 \text{ diss.} + \text{K}^2\text{SO}^4 \text{ diss.} + 10,5\,\text{KI diss} \ldots & +\ 0^{Cal},25 \end{array}\right.$$

Sachant que, dans les mêmes conditions, la formation de 2KI dissous dégage $+150^{Cal},0$, celle de HgI^2 dissous $30^{Cal},8$ et celle de K^2SO^4 $+338^{Cal},0$, on en conclut :

$$\text{Hg}^2 \text{ liq.} + \text{S sol.} + \text{O}^4 \text{ gaz} = \text{Hg}^2\text{SO}^4 \text{ sol., dégage} \ldots \quad +174^{Cal},95$$

$$(2)\left\{\begin{array}{ll} \text{Hg}^2\text{SO}^4 \text{ sol.} + 12,5\,\text{KI diss.} + 5\,\text{I diss.} & \\ \quad = 2\,\text{HgI}^2 \text{ diss.} + 3\,\text{I diss.} + 10,5\,\text{KI diss.} + \text{K}^2\text{SO}^4 \text{ diss} \ldots & +\ 75^{Cal},0 \\ \quad\quad 2\,\text{HgI}^2 \text{ diss.} + 3\,\text{I diss.} + 10,5\,\text{KI diss.} + \text{K}^2\text{SO}^4 \text{ diss} \ldots & +\ 0^{Cal},35 \end{array}\right.$$

» En se servant des mêmes données auxiliaires que dans l'expérience précédente, on tire de là

$$\text{Hg}^2 \text{ liq.} + \text{O}^4 \text{ gaz} + \text{S sol.} = \text{Hg}^2\text{SO}^4 \text{ sol., dégage} \ldots \quad +175^{Cal},15$$

» J'adopterai pour la formation de Hg^2SO^4 solide, à partir des éléments pris dans leur état actuel, la valeur

$$\text{Hg}^2 \text{ liq.} + \text{O}^4 \text{ gaz} + \text{S sol.} = \text{Hg}^2\text{SO}^4 \text{ sol., dégage} \ldots \quad +175^{Cal},0$$

» III. Acétate mercureux. — *Préparation.* — J'ai utilisé pour l'obtention de ce corps la même méthode qui m'avait servi à préparer le sulfate mercureux. J'ai ainsi obtenu de belles lamelles nacrées ayant pour formule

$$\text{Hg}^2(\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2)^2.$$

» *Données thermochimiques.* — J'ai suivi, pour son étude thermique, la

même marche que pour le sulfate et l'azotate de protoxyde de mercure :

(1) $\left\{ \begin{array}{ll} Hg^2(C^2H^3O^2)\text{ sol.} + 12,5\text{ KI diss.} & \\ \quad = Hg\text{ liq.} + HgI^2\text{ diss.} + 2KC^2H^3O^2\text{ diss.} + 10,5\text{ KI diss.} \ldots\ldots & +36^{C\,l},6 \\ \quad HgI^2\text{ diss.} + 2KC^2H^3O^2\text{ diss.} + 10,5\text{ KI diss.} \ldots\ldots & +0^{Cal},1 \end{array} \right.$

» La formation de $2KC^2H^3O^2$ dissous dans les mêmes conditions dégage $+357^{Cal},8$; celle de $HgI^2 + 30^{Cal},8$ et celle de $2KI + 150^{Cal},0$; on en déduit

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol., dégage $+202^{Cal},1$

(2) $\left\{ \begin{array}{ll} Hg^2(C^2H^3O^2)^2\text{ sol.} + 12,5\text{ KI diss.} + 5\text{I diss.} & \\ \quad = 2HgI^2\text{ diss.} + 10,5\text{ KI diss.} + 3\text{I diss.} + 2K(C^2H^2O^2)\text{ diss.} \ldots & +67^{Cal},7 \\ \quad 2HgI^2\text{ diss.} + 10,5\text{ KI diss.} + 3\text{I diss.} + 2K(C^2H^3O^2)\text{ diss.} \ldots & +0^{Cal},2 \end{array} \right.$

» Les chaleurs de formation des divers sels qui interviennent dans cette réaction étant connues, on tire de là

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol,. dégage $+202^{Cal},1$

» J'adopterai

Hg^2 liq. + $2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol., dégage $+202^{Cal},1$

» En résumé, on a pour la formation (à partir des éléments pris dans leur état actuel) des sulfate, nitrate et acétate mercureux, les valeurs suivantes :

	Cal
S sol. + O^4 gaz + Hg^2 liq. = Hg^2SO^4 sol.	+175,0
Az^2 gaz + O^6 gaz + Hg^2 liq. + $2H^2O$ liq. = $Hg^2(AzO^3)^2, 2H^2O$ sol.	+ 69,4
$2C^2$ diamant + $2H^3$ gaz + $2O^2$ gaz + Hg^2 liq. = $Hg^2(C^2H^3O^2)^2$ sol.	+202,1

CHIMIE VÉGÉTALE. — *De la présence de la chitine dans la membrane cellulaire des Champignons*. Note de M. **Eugène Gilson**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note communiquée à la Société chimique de Paris, séance du 9 novembre 1894, nous avons fait connaître que la substance squelettique de la membrane cellulaire des Champignons, traitée par l'acide chlorhydrique concentré et par la potasse caustique à 180°, fournissait les mêmes produits de transformation que la chitine, qu'elle était donc très probablement identique à celle-ci.

» Pour lever le doute qui pouvait encore subsister, il fallait préparer de la chitine pure avec le tissu des champignons.

» C'est ce que nous sommes parvenu à réaliser. Nous avons choisi comme principal objet d'étude l'*Agaricus campestris*.

» Nous nous bornerons à exposer brièvement ici la façon dont nous avons opéré, nous réservant de l'exposer en détail plus tard.

» Les champignons, débités en morceaux, sont traités successivement par la soude caustique diluée, par l'acide sulfurique dilué à l'ébullition, par l'alcool et enfin par l'éther. Le résidu de ces différents traitements est un produit blanc, qui, par dessiccation, devient dur, compact et prend une structure et un aspect cornés. Il possède toutes les propriétés de la chitine; il est insoluble dans tous les dissolvants, sauf dans les acides concentrés. Traité par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, il fournit d'abondants cristaux de chlorhydrate de glycosamine. Chauffé à 180°, avec de la potasse caustique, il donne de la mycosine.

» Les analyses élémentaires de ce corps, séché à 100°, nous ont fourni les résultats suivants :

	I.	II.	Moyenne.
C.........	46,22	46,01	46,11
H.........	7,05	6,92	6,98
Az........	6,24	6,10	6,17

» Nous ne connaissons pas d'une façon positive la formule de la chitine, mais nous possédons des analyses de différents auteurs. Nous donnons ci-dessous la moyenne des résultats obtenus par chacun d'eux :

	C.	H.	Az.
Children et Daniell....	46,08	5,96	10,29
Schmidt.............	46,66	6,60	6,53
Stadeler.............	46,32	6,40	6,14
Lehman.............	46,73	6,49	6,59
Ledderhose..........	45,69	6,42	7,00

» Ces résultats concordent suffisamment avec ceux des analyses du produit que nous avons obtenu avec les Champignons.

» Nous avons également pu préparer de la chitine avec les Champignons suivants : *Amanita muscaria*, *Cantharellus cebarius*, *Hypholoma fasciculare*, *Polyporus officinalis*, *Polyporus fumosus*, *Russula*, *Boletus*, *Tricholona*, *Bovista*, *Claviceps purpurea*.

» Il nous a paru superflu de faire l'analyse élémentaire de ces diverses préparations, celles-ci ayant été obtenues de la même façon, et présentant exactement les mêmes caractères que la chitine extraite de l'*Agaricus campestris;* en effet, nous avons pu préparer, avec chacune d'elles, du chlorhydrate de glycosamine et de la mycosine.

» La membrane cellulaire des Champignons, ou tout au moins d'un grand nombre de Champignons, contient donc de la chitine.

» Ce fait nous paraît digne d'intérêt. Jusqu'ici on n'avait trouvé la chitine que dans le règne animal; sa présence dans la membrane cellulaire des Champignons constitue un nouveau point de rapprochement entre ces êtres et les animaux.

» Nous avons eu l'occasion de démontrer ailleurs [1] que la membrane cellulaire de tous les phanérogames et d'un grand nombre de cryptogames contient toujours un même corps, très résistant aux agents chimiques, et qui constitue ce qu'on pourrait appeler le squelette de la membrane : la *cellulose*.

» Dans tous les Champignons que nous avons analysés, la cellulose fait défaut, mais elle y est remplacée par la chitine qui est également très résistante aux agents chimiques et qui joue, dans la membrane, le rôle de substance squelettique, comme la cellulose.

» Enfin, de même que, dans les phanérogames, la cellulose ne constitue qu'une partie de la membrane cellulaire, de même dans les Champignons la chitine ne constitue qu'une portion plus ou moins considérable de la paroi des cellules. En effet, dans toutes les espèces de Champignons que nous avons analysées, nous avons constamment trouvé à côté de la chitine des hydrates de carbone, plus ou moins facilement solubles dans les acides dilués à l'ébullition, analogues ou identiques à ceux que l'on rencontre toujours dans les phanérogames. »

ZOOLOGIE. — *Étude comparée des appareils odorifiques dans les différents groupes d'Hémiptères hétéroptères.* Note de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les appareils odorifiques des Hémiptères hétéroptères adultes pourraient fournir des caractères de famille, de genre et même d'espèce. Léon Dufour (1833) nous a fait entrevoir que la glande métathoracique sternale affectait, dans différents groupes, des formes spéciales et des colorations pigmentaires variées; les recherches que j'ai faites sur un grand nombre d'espèces, appartenant aux familles les plus diverses, m'ont convaincu que la glande elle-même, aussi bien que les canaux déférents chitinisés et les ostioles qui sont situés dans les épisternums du métathorax, pouvaient largement contribuer à déterminer les affinités naturelles.

---

[1] E. Gilson, *La cristallisation de la cellulose et la composition chimique de la membrane cellulaire végétale* (*La Cellule*, t. IX, 2e fascicule).

» Uhler aux États-Unis ([1]), Signoret en France ([2]), dans leurs travaux monographiques sur les Hémiptères hétéroptères du groupe des Cydnides, ont tiré, de la forme des canaux déférents et de celle des ostioles, d'excellents caractères génériques et même spécifiques; il est regrettable qu'ils n'aient pas trouvé d'imitateurs.

» L'étude comparée des appareils odorifiques que nous avons découvert (1866) à la région tergale de l'abdomen des larves et des nymphes des Hémiptères hétéroptères nous a démontré qu'ils offraient encore des ressources plus importantes pour reconnaître les rapports ou les dissemblances des différents groupes; l'examen d'une foule d'espèces de Scutellérides, de Pentatomides, de Cydnides, de Coréides, de Lygæides, de Capsides, de Naucorides, de Corixydes, nous a convaincu que non seulement le nombre et la forme des scutelles qui recouvrent les glandes, mais encore le nombre et la position de ces glandes abdominales mettaient à la disposition des naturalistes une série de caractères susceptibles de modifier les classifications adoptées.

» Je ferai remarquer tout d'abord que les Cimicides, buveurs de sang, comme les Pentatomides, les Coréides, les Lygæides, suceurs de sève, sont pourvus de deux systèmes d'organe de sécrétion, système tergo-abdominal chez les larves et les nymphes, système métathoracique sternal chez les adultes. Les Réduvides, les Népides et les Notonectides, insectes chasseurs par excellence, n'ont, par contre, aucun appareil glandulaire odorifique.

» Le nombre et la position sur tel ou tel tergite des glandes odorifiques abdominales des larves et des nymphes varient suivant les familles : les Capsides n'ont qu'une seule glande sur le troisième segment; les Pentatomides, les Scutellérides en ont deux sur les quatrième et cinquième segments; parmi les Lygæides, les Lygæines en ont deux sur les quatrième et cinquième segments; les Pyrrhocorines trois sur les troisième, quatrième et cinquième segments; les Cimicides et les Corixides ont trois glandes tergo-abdominales.

» Jusqu'ici les auteurs ont rangé les Corixides dans le grand groupe des Hydrocorises avec les Naucorides, les Népides et les Notonectides; si les

---

([1]) P.-R. Uhler, *Summary of the Cydnidæ of North America* (*Bull. U. S. Geol. Surv.*, t. III, p. 366; 1877).

([2]) V. Signoret, *Revision du groupe des Cydnides* (*Ann. Soc. Ent. de Fr.*, 6e série, t. I, p. 32).

habitudes aquatiques semblent leur donner un air de famille, sans insister sur l'ensemble des caractères qui permettent de les rapprocher à bon droit de telle ou telle forme terrestre, la présence de l'appareil glandulaire tergo-abdominal chez les jeunes Corises, suffit pour les éloigner des Népides et des Notonectides, et les rapproche des Cimicides; le grand groupe des Hydrocorises doit donc être dissocié.

» Les Cydnides ont toujours été associés aux Pentatomides; leurs larves et nymphes présentent cependant une particularité intéressante; s'ils ont, comme eux, des glandes actives recouvertes de deux larges scutelles sur les quatrième et cinquième tergites, le troisième tergite porte un petit scutelle pourvu de deux ostioles imperforées, le deuxième et le sixième tergite ont des rudiments de scutelles, et, fait à noter, le scutelle rudimentaire du deuxième tergite est partagé en deux, ce qui est une preuve de la dualité primitive des scutelles et des glandes. On voit, d'après cela, que les Cydnides ont des caractères qui les différencient nettement des Pentatomides.

» Nous pourrions multiplier les exemples de l'existence, dans différents groupes, de ces scutelles tergo-abdominaux indiquant l'existence primitive de glandes.

» Enfin, si l'on se rend compte que ces organes glandulaires peuvent appartenir indifféremment à tel ou tel zonite abdominal, chez les larves et les nymphes, qu'ils sont placés dans le zonite métathoracique chez l'adulte, on est amené à conclure que ces glandes sont les témoins d'une paire d'organes de sécrétion appartenant fondamentalement à chacun des zonites.

» On peut rapprocher ces faits de ceux du même ordre que l'on constate chez les Insectes coléoptères lumineux; en effet, chez les Élatérides (*Pyrophorus*), comme chez les Lampyrides (*Lampyris*), les organes phosphorescents peuvent être cantonnés sur tel ou tel segment du corps, ou répartis sur tous les segments. »

GÉOLOGIE. — *Sur la transgression jurassique dans le massif vendéen.* Note de M. Fred. Wallerant, présentée par M. Fouqué.

« Dans la partie orientale du massif vendéen, aux environs d'Argenton-le-Château, les sommets des plateaux les plus importants sont recouverts d'argiles sableuses, renfermant de nombreux silex roulés, et dont, à première vue, il est fort difficile de déterminer l'âge. Heureusement, ces îlots

sont échelonnés le long de la route d'Argenton à Thouars et sont ainsi en continuité avec le jurassique du détroit du Poitou. D'autre part, celles de ces argiles que l'on rencontre sur la route d'Argenton à Bressuire renferment des rognons calcaires plus ou moins rongés, montrant que l'on a affaire à un dépôt décalcifié. Ces calcaires siliceux renferment de nombreux petits galets de quartz et sont identiques aux grisons que l'on exploite à Vérines, près de Thouars. Comme ces grisons appartiennent au Charmoutien et peut-être aussi au Sinemurien, l'âge des argiles d'Argenton est par cela même déterminé.

» Si, d'autre part, on se rappelle que le jurassique du bassin de Chantonnay, qui débute également par des poudingues charmoutiens, n'a résisté aux érosions que grâce à son affaissement dans un fossé, et que primitivement il s'étendait bien au delà des limites actuelles, on voit qu'au moins, à l'époque charmoutienne, le massif vendéen fut, comme le plateau central, en grande partie recouvert par les eaux marines jurassiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du sang asphyxique et de quelques poisons sur la contractilité des vaisseaux lymphatiques.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Bouchard.

« La question de savoir si le calibre des vaisseaux lymphatiques, comme celui des vaisseaux sanguins, peut être modifié par des substances toxiques, n'a pas encore, à notre connaissance du moins, été étudiée expérimentalement. Quelques physiologistes ont seulement jusqu'ici cherché à déterminer les variations de quantité de la lymphe qui s'écoule en un temps donné, sous l'influence de différentes substances, par une canule introduite dans un gros vaisseau lymphatique, en général dans le canal thoracique. Or, s'il est vrai que cet écoulement dépende surtout de la production même de la lymphe dans les tissus, il peut dépendre aussi, on le comprend, de la contraction ou du relâchement des parois des vaisseaux qui transportent cette lymphe. Il importait donc de déterminer, par des recherches méthodiques, l'influence de cette cause. Ce sont ces recherches que, seule, la méthode graphique, appliquée, comme nous l'avons indiqué dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 1er avril 1895, p. 747), à l'étude de la circulation lymphatique, pouvait permettre d'entreprendre.

» Les expériences dont nous allons exposer les résultats ont été faites sur le chien. Ces expériences se divisent en deux groupes bien distincts : les unes concernent l'action du sang asphyxique sur la citerne de Pecquet

et sur le canal thoracique; dans les autres, nous avons cherché à déterminer sur les mêmes conduits l'action de plusieurs poisons, et plus particulièrement de la pilocarpine et de l'atropine.

» L'action excitante bien connue du sang noir peut se constater sur les vaisseaux dont nous parlons, comme sur les vaisseaux sanguins; quelques instants après le début de l'asphyxie, en effet, le canal thoracique se contracte; si ce sont les mouvements de la citerne que l'on étudie, on voit se produire le même phénomène. Ainsi la réaction de ces deux parties du système lymphatique est de même sens; le résultat cependant, en ce qui concerne l'écoulement de la lymphe par le canal thoracique, est de sens inverse. Car la contraction du canal, amenant le resserrement de ses parois et créant, par suite, un obstacle au cours de la lymphe, diminue la quantité de liquide qui s'écoule; au contraire, la contraction de la citerne provoque l'issue hors de ce réservoir d'une plus ou moins grande quantité de lymphe. La résultante totale peut être une augmentation de l'écoulement par le canal thoracique, la contraction de ce dernier ne suffisant pas à arrêter le flux déterminé par celle de la citerne.

» Quoi qu'il en soit d'ailleurs, nos expériences nous ont montré que l'asphyxie agit sur les vaisseaux lymphatiques comme sur les vaisseaux sanguins, par l'intermédiaire de leurs nerfs.

» Le rôle de ces nerfs sur le canal thoracique peut être encore aisément révélé par l'action de la pilocarpine. Cette substance, en effet, provoque le resserrement des parois de ce canal, comme d'un conduit ou réservoir quelconque, à parois contractiles, estomac, vésicule biliaire, canal cholédoque, etc. Or, d'après ce que l'on sait actuellement du mode d'action de la pilocarpine, celle-ci exerce son influence sur les nerfs qui se rendent aux organes dont elle modifie le fonctionnement. Inversement, l'atropine amène le relâchement des parois du canal thoracique, par excitation des fibres nerveuses dilatatrices de ce conduit, dont nous avons fait antérieurement connaître l'existence [1], ou par paralysie des fibres constrictives. On voit donc se manifester encore sur les vaisseaux lymphatiques l'action antagoniste de ces deux substances, que l'on a si bien déterminée sur une foule d'organes, le cœur, l'estomac et les intestins, les glandes, etc.;

---

[1] Voir L. Camus et E. Gley, *Action du système nerveux sur les principaux canaux lymphatiques* (*Comptes rendus*, 1er avril 1895, p. 747), et *Recherches expérimentales sur l'innervation du canal thoracique* (*Arch. de Physiol. norm. et pathol.*, 5e série, t. VII, p. 301, avril 1895).

nous avons constaté que, comme sur les autres organes, l'action de l'atropine est ici prédominante.

» Ces phénomènes dépendent réellement de l'action propre des deux alcaloïdes considérés sur le canal thoracique, et non des modifications qu'ils produisent, d'autre part, sur la pression intra-artérielle ou sur la pression veineuse ou sur les mouvements de l'œsophage ; nous avons réalisé de nombreuses expériences pour établir l'indépendance des mouvements du vaisseau lymphatique examiné par rapport à ces divers facteurs.

» Nous avons également étudié l'action du curare sur le canal thoracique; le curare relâche manifestement, quoiqu'à un moindre degré que l'atropine, les parois de ce conduit. Sur un animal curarisé, l'excitation du sympathique thoracique, au-dessous du premier ganglion, qui, d'habitude, amène la dilatation du canal (voir L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*), ne peut plus la produire, car l'effet de l'excitation est masqué par celui du curare, pleinement développé (¹).

» Tous ces faits tendent à montrer que la circulation lymphatique, de même que la circulation du sang, peut présenter des variations survenant sous des influences toxiques qui provoquent des changements de calibre des vaisseaux. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le streptocoque scarlatineux.* Note de M. **Ad. d'Espine**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai retiré du sang d'un scarlatineux (scarlatine vraie chez un blessé) un streptocoque long, présentant des caractères particuliers, qui ont fait l'objet d'un Mémoire publié en 1892, en collaboration avec le Dr E. de Marignac (²).

» Depuis lors, j'ai examiné, au point de vue bactériologique, le sang et la gorge de scarlatineux que j'ai pu observer en choisissant des cas dépourvus de complication et aussi rapprochés que possible du début.

» Sur quatre cas de scarlatine rentrant dans ces conditions, un seul m'a donné un résultat positif pour la présence du streptocoque dans le

(¹) On trouvera le détail de tous ces faits, avec de nombreux tracés à l'appui, dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Archives de Pharmacodynamie* (Gand et Paris; 1895).

(²) *Arch. de Méd. expérimentale;* 1er juillet 1892.

sang. J'attribue ce fait à ce que, dans ce cas seulement, l'ensemencement a pu être pratiqué au début de l'éruption et pendant l'acmé de la fièvre. En effet, mon assistant, M. le Dr Maillart, environ douze heures après le début de l'éruption (temp. 39°,8) a rempli des pipettes Pasteur avec du sang (2^{cc}) obtenu par scarification de la peau scarlatineuse, après désinfection préalable. Ces pipettes, après avoir passé vingt-quatre heures à l'étuve à 35°, servirent à ensemencer une série de tubes de sérum Löffler et de bouillon. Je retirai le streptocoque d'un seul tube (sérum). Un tube de sérum, ensemencé en même temps avec l'exsudat amygdalien, me donna également des colonies de streptocoque, ayant les mêmes caractères que celui provenant du sang.

» Dans les trois autres cas, le sang n'a rien donné; l'ensemencement n'a pu être fait que le deuxième ou le troisième jour de l'éruption, la fièvre étant à son déclin. Par contre, j'ai retiré de l'amygdale scarlatineuse un streptocoque qui, deux fois, m'a présenté les caractères spéciaux que j'attribue au streptocoque scarlatineux, et une fois m'a paru être un streptocoque pyogène vulgaire.

» J'ai soumis les deux souches provenant du premier cas (sang et gorge) à une étude comparative avec d'autres streptocoques, provenant soit d'angines non scarlatineuses, soit d'un phlegmon, soit d'un cas de mammite contagieuse (souche envoyée par le professeur Nocard).

» Cette étude m'a permis de vérifier, pour mes deux souches, les caractères spéciaux que nous avions relevés, M. de Marignac et moi, dans notre étude du streptocoque scarlatineux de 1892. Je renvoie aux Planches de notre Mémoire.

» Le phénomène de la coagulation du lait a été rapide, avec formation de petit-lait entourant un caillot central compact pour les deux souches. Cette propriété, qui s'était conservée pendant plus d'un an pour notre souche de 1892, s'est perdue plus rapidement cette fois-ci : pour le streptocoque du sang après deux mois environ, pour le streptocoque de la gorge après deux mois et demi.

» J'ai vérifié de nouveau le fait que le streptocoque vulgaire ne coagule qu'exceptionnellement le lait et alors sous la forme d'un magma compact sans séparation de petit-lait.

» Les nombreuses mensurations pratiquées dans des conditions de culture et de technique identiques m'ont montré que les grains du streptocoque scarlatineux sont, en général, notablement plus petits que ceux du streptocoque vulgaire, surtout quand on compare des empreintes de colo-

nies isolées sur sérum faites vingt-quatre heures après l'ensemencement. La forme des grains a aussi une certaine valeur dans les empreintes ; arrondie dans le streptocoque scarlatineux, elle est habituellement lenticulaire dans le streptocoque vulgaire, et fusiforme (allongé longitudinalement) dans le streptocoque de la mammite contagieuse.

» D'après l'aspect dans les empreintes que j'ai prises, j'ai pu vérifier que le streptocoque de la mammite contagieuse décrit par M. Nocard [1] est une espèce différente des deux autres. J'ai observé, comme M. Nocard, également qu'il coagule le lait très rapidement, mais je n'ai pas pu observer de séparation bien nette en petit-lait et caillot.

» D'autres caractères différentiels ont été indiqués entre le streptocoque scarlatineux et le streptocoque vulgaire (pyogène on érysipélateux). Mme Sielen-Schumoff [2], élève du professeur Nençki, a indiqué la décomposition du salol dans le bouillon, comme spéciale au streptocoque de la scarlatine. Des recherches faites sur ce point avec le Dr Maillart nous ont prouvé que la même réaction est obtenue aussi par des streptocoques vulgaires.

» La forme spéciale du dépôt formé par le streptocoque scarlatineux dans le bouillon (grains difficiles à dissocier parce qu'ils sont formés de chaînes longues et enchevêtrées) a été donnée par Kurth [3] comme un caractère spécifique. Nous l'avons constaté également, soit M. de Marignac, soit moi, dans des bouillons ensemencés avec des streptocoques vulgaires.

» L'action pathogène (lapins, souris blanches) m'a donné les mêmes résultats que ceux que nous avons consignés dans notre Mémoire de 1892 et qui se résument ainsi : l'action pathogène varie autant que la virulence du streptocoque et ne fournit pas de bons caractères différenciels.

» Je conclus de ce qui précède que la présence d'un streptocoque spécial dans le sang, au début de l'éruption d'une scarlatine typique, dépourvue de toute complication, est une présomption en faveur de l'idée que ce microbe est la cause même de la scarlatine.

» Cette conception n'exclut pas pour moi la possibilité de complications plus tardives, soit locales, soit générales, dues à la pénétration, par l'amygdale en desquamation, de streptocoques pyogènes virulents, contenus dans la salive. »

---

(1) *Ann. de l'Institut Pasteur,* t. I; 1867.

(2) *Arch. des Sc. Biol. russes,* t. I, p. 283; 1892.

(3) *Arb. aus dem Kais. Gesundheits Amt.*, Bd. VII, p. 389; 1891.

ÉCONOMIE RURALE. — *La fumure des Vignes et la qualité des vins.* Note de M. **A. Müntz**, présentée par M. Dehérain.

« L'application des fumures à la vigne a, de tout temps, été regardée comme exerçant une influence défavorable sur la qualité des vins. J'ai été amené, dans le cours de mes études sur le vignoble français, à discuter cette assertion et à demander à des données numériques le contrôle d'une opinion généralement adoptée. Des chiffres, remplaçant des appréciations, modifient souvent l'interprétation des faits agricoles et si, la plupart du temps, la manière de voir du cultivateur s'appuie sur l'observation, souvent il croit à des relations, alors qu'il n'y a que des coïncidences.

» J'ai mesuré la fumure, exprimée en éléments fertilisants, dans les grandes exploitations des régions à vins fins et à vins communs, sans modifier en rien les pratiques usuelles et en me bornant à les exprimer en chiffres comparables. Malgré cette influence attribuée à la fumure, presque toutes les Vignes reçoivent des engrais, et souvent en grande quantité. Un coup d'œil d'ensemble permet de dire qu'on se règle, pour leur emploi, plutôt sur les conditions économiques de chaque région (abondance de matériaux fertilisants ou résultats rémunérateurs des exploitations) que sur les besoins réels de la végétation de la Vigne, et sans se rendre compte des quantités qu'on met en œuvre.

» Je passerai en revue les usages établis pour les apports d'engrais dans les centres viticoles les plus caractérisés.

» *Dans le Midi,* qui n'est pas un pays d'élève du bétail, ni de grande production fourragère, les fumiers sont rares et les viticulteurs s'adressent souvent à des engrais chimiques ou commerciaux. Mais le bas prix des vins (8 à 20fr l'hectolitre) oblige à restreindre les frais d'exploitation, qui ne dépassent pas ordinairement 500fr à 600fr. Aussi les vignobles du Midi sont-ils, en général, fumés avec parcimonie.

» Voici, pour quelques-uns, les quantités de principes fertilisants donnés, par hectare, dans la fumure annuelle :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
		kg	kg	kg
Guilhermain (Hérault), plaine.	donné dans la fumure...	74	47	57
	absorbé par la vigne....	74	17	56
Labrousse (Hérault), demi-montagne.	donné dans la fumure...	89	57	99
	absorbé par la vigne....	52	12	41
St-Laurent d'Aigouze (Gard), submersion.	donné dans la fumure...	91	17	26
	absorbé par la vigne....	58	18	57

» *Dans le Médoc,* les conditions économiques sont différentes ; si les rendements

sont moindres, les prix des vins atteignent de 60fr à 400fr l'hectolitre et permettent de consacrer de 1000fr à 2000fr aux frais d'exploitation. D'ailleurs, cette région est privilégiée sous le rapport de l'abondance des matériaux fertilisants. Outre le fumier d'un bétail assez nombreux, elle trouve les végétaux et les terres humifères des landes, les riches dépôts formés par les alluvions de la Gironde, les gadoues de Bordeaux. Aussi les vignobles reçoivent-ils de fortes fumures, qui se traduisent, par hectare et par an, par les chiffres suivants :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
		kg	kg	kg
Château-Latour (1er cru)	donné dans la fumure	112	51	165
	absorbé par la vigne	40	13	54
Château-Brâne-Cantenac (2e cru)	donné dans la fumure	160	102	172
	absorbé par la vigne	42	13	54
Château d'Issan (3e cru)	donné dans la fumure	295	272	177
	absorbé par la vigne	46	17	65

» *En Bourgogne,* on fume les vignes moins abondamment, dans la crainte de diminuer la qualité des vins. Là, où d'ailleurs les terres sont assez riches, nous voyons, par exemple :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
		kg	kg	kg
Chambertin	donné dans la fumure	56	165	55
	absorbé par la vigne	31	9	34
Beaune	donné dans la fumure	47	23	54
	absorbé par la vigne	24	7,5	26

» *Quant à la Champagne,* qui n'a cependant pas des ressources locales assez limitées en matières fertilisantes (fumier de cheval et de mouton, terres pyriteuses), elle donne d'abondantes fumures; les prix des vins (300fr à 600fr l'hectolitre) sont assez élevés pour qu'on puisse consacrer jusqu'à 3000fr aux frais d'exploitation annuels. Outre les apports énormes faits au moment de la plantation, les Vignes reçoivent, par an et par hectare :

		Azote.	Ac. phosph.	Potasse.
		kg	kg	kg
Cramant	donné dans la fumure	106	87	219
	absorbé par la vigne	37	9	39
Hautvillers	donné dans la fumure	158	151	196
	absorbé par la vigne	49	12	55
Verzy	donné dans la fumure	110	50	120
	absorbé par la vigne	40	125	48

» On voit, par ce qui précède, que le Médoc et la Champagne, dont les vins ont une si grande finesse, emploient de très fortes fumures, dépassant celles qu'on donne aux cultures les plus intensives de céréales, de racines ou de fourrages.

» Ce n'est donc pas l'abondance des matières fertilisantes qui exerce une action déprimante sur la qualité des vins. Mais il convient d'ajouter

que, dans ces crus si renommés, dont les sols offrent peu de ressources par eux-mêmes, ce sont presque toujours des engrais naturels que l'on emploie, après les avoir le plus souvent transformés en terreau. Si l'on donnait des engrais chimiques, à action plus rapide, tels que le nitrate de soude, peut-être n'auraient-ils pas la même innocuité : c'est un point qui n'est pas résolu.

» En réalité, ces fortes fumures ont plutôt pour effet de donner de la vigueur à la Vigne que de pousser à une augmentation de récolte; le rendement est subordonné aux influences climatériques, beaucoup plus qu'à l'abondance des matières fertilisantes, et, quand il n'est pas artificiellement poussé, par le mode de taille, au delà d'une certaine limite, la qualité des vins ne se ressent pas de l'exagération des fumures.

» Mais, lorsqu'en même temps on taille à long bois, laissant ainsi beaucoup plus de bourgeons à fruits, ces influences réunies agissent sur la production, qu'on peut alors arriver à doubler, mais au détriment manifeste de la finesse des vins et de leur vinosité. En demandant à la Vigne de plus fortes récoltes, par l'effet combiné de la fumure et de la taille, on n'obtient donc que des vins inférieurs. Mais, quand la surproduction est due uniquement à des circonstances météorologiques favorables, il n'en est pas de même, et les années de grands rendements sont généralement aussi des années de bonne qualité, comme cela a eu lieu en 1893, où le Médoc et la Champagne ont récolté le double des années normales.

» Si l'on met en parallèle les Vignes du Midi, qui vivent dans un climat chaud et régulier, permettant d'obtenir des rendements peu variables, et celles du Médoc, de la Bourgogne et de la Champagne, dont l'action des intempéries modifie les rendements du simple au quadruple d'une année à l'autre, nous voyons que, dans les premières, la production est subordonnée à la quantité d'engrais, le climat étant un facteur constant, tandis que, dans les autres régions, elle est subordonnée aux influences climatériques, la fumure étant là le facteur constant, c'est-à-dire toujours suffisant pour la végétation et la fructification de la Vigne. »

M. Ph. Lafon adresse une Note ayant pour titre : « Des modifications du diabète par le traitement thermal de la Bourboule, source Choussy-Perrière. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mai 1895.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Pasteur, Friedel, Mascart. Mai 1895. Paris, G. Masson; 1 vol. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Avril 1895. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Balistique des nouvelles poudres, par M. E. Vallier, Chef d'Escadron d'Artillerie, Correspondant de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, G. Masson; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Sarrau.)

Bulletin de la Société d'étude des Sciences naturelles de Nîmes. 22e année. 1894. Nîmes; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1895. Paris, 1895; 1 vol. gr. in-8°.

Germain Pichault de la Martinière, premier Chirurgien de Louis XV et de Louis XVI (1697-1783), par le Dr Leo Desaivre. Blois, P. Girardot, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Formules et propositions pour l'emploi des fonctions elliptiques. D'après des leçons et des notes manuscrites de M. K. Weierstrass, rédigées et publiées par M. H.-A. Schwarz, traduit de l'allemand par M. *Henri Padé*. Première Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1894; in-4°.

Notes zoologiques, par M. Galieu Mingaud. Nîmes, Vve Laporte, 1895; 1 br. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

L'Anthropologie. 1895. Tome VI. N° 2. Mars-avril. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France, et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Mai 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. N° 17. Séance du 30 avril 1895. Paris, G. Masson; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. 1895. 23, 25 avril; 2 fasc. gr. in-8°.

Bibliotheca mathematica. Journal d'Histoire des Mathématiques, publié par M. Gustaf Eneström. Berlin-Stockholm-Paris; 15 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Jonquières.)

L'Ostréiculture. Aperçu sur l'état actuel de cette industrie, par M. Conning. Copenhague, A.-F. Höst et fils, 1893; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures, and condition of the Institution to July 1893. Washington, 1894; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 avril 1895.)

Note de M. le général *de Tillo,* Variation séculaire et éphémérides du magnétisme terrestre :

Page 810, ligne 12, latitude 50° nord, *au lieu de* 1500, *lisez* 1550.
Page 810, ligne 26, inclinaison 40° nord (1850), *au lieu de* 53°,4, *lisez* 59°,4.